

日本船舶振興会昭和43年度補助事業  
“巨大船に関する調査研究”

研究資料 No. 91

## 第94研究部会

### 船体機関の振動防止対策に関する実験研究

### 報 告 書

(第3分冊)

昭和44年3月

社 団 法 人  
日 本 造 船 研 究 協 会

## 目 次

<b>第1編 船 体 関 係</b>	(第1分冊)	1
1. 船体固有振動数		3
1. 1 船体上下固有振動数		3
1. 2 船体水平固有振動数		1 4
1. 3 船体縦固有振動数		1 9
1. 4 付 加 水 質 量		2 2
1. 4. 1 船体上下高次固有振動数に及ぼす浅水影響に関する模型実験		2 2
1. 4. 2 船体水平曲げ、振り連成振動における付加質量および付加慣性モーメント		2 6
2. 局 部 振 動		2 9
2. 1 上部構造前後振動		2 9
2. 2 船 底 振 動		3 2
3. プロペラ起振力		3 6
4. 応 答 計 算		4 1
5. 巨大船の Non-Beam Vibration		5 3
6. 実船計測結果		6 1
6. 1 日立造船計測結果		6 1
6. 2 佐世保重工業計測結果		7 9
6. 3 浦賀重工業計測結果		8 7
6. 4 石川島播磨重工業計測結果		9 5
6. 5 三井造船計測結果		1 1 3
6. 6 三菱重工業計測結果		1 4 7
7. 大型模型船実験結果		1 5 5
<b>第2編 機 関 関 係</b>	(第2分冊)	1 8 1
1. 理 論 解 析		1 8 3
1. 1 主機関およびプロペラ軸系の起振力に関する研究		1 8 3
1. 1. 1 首振り振動に対する起振力		1 8 3
1. 1. 2 ねじり振動による誘導起振力		2 0 6
1. 1. 3 プロペラ軸よりの船体振動起振力		2 1 3
1. 2 多点加振の理論解析		2 2 5
1. 2. 1 多自由度系の強制振動の方程式		2 2 5
1. 2. 2 固有振動数と振動モード		2 2 5
1. 2. 3 基準振動への変換		2 2 6
1. 2. 4 機関架構の横振動の応答計算		2 2 7
1. 2. 5 6箇点系多点加振の計算例		2 3 1
1. 3 クランク軸系のねじり縦連成振動の数値解析		2 3 4
1. 3. 1 研究目的		2 3 4
1. 3. 2 一般説明		2 3 4
1. 3. 3 フローチャートの説明		2 3 4

1.3.4 STPHYS プログラムの基本的考え方	235
1.3.5 一般HOLZER法による固有値問題の解 HÖLN フローチャート	237
1.4 クランクスローの撓性係数の解析	242
1.4.1 荷重と微小変位の6次元ベクトル表示	242
1.4.2 物体の撓性係数	242
1.4.3 左右対称物体の撓性行列	243
1.4.4 前後対称物体の撓性行列	243
1.4.5 左右対称かつ前後対称な物体の撓性行列	244
1.4.6 半クランクスローの撓性行列と全クランクスローの撓性行列の間の関係	244
1.4.7 撓性係数の測定	245
1.4.8 クランク軸水平支持デフレクション試験	246
1.4.9 クランク軸鉛直支持デフレクション試験	247
1.4.10 クランクピン中央荷重試験	247
1.4.11 解析例	248
2. 模型実験	250
2.1 小模型実験(機関架構横振動の模型実験)	250
2.1.1 研究目的	250
2.1.2 実験装置および実験方法	250
2.1.3 実験結果	250
2.1.4 固有振動数と振動モード	250
2.1.5 結論	255
2.2 大形模型実験	255
2.2.1 緒言	255
2.2.2 起振機およびロードセルについて	255
2.2.3 架構単独試験	256
2.2.4 実機に対する計算	263
2.2.5 合同実験	266
2.2.6 測定結果	267
3. 実機実験	275
3.1 実機の起振実験および運転時振動実験	275
3.1.1 起振実験	275
3.1.2 運転時振動実験	357
3.1.3 総括的検討	385
3.2 係留時および海上試運転時振動実験	387
3.2.1 測定項目	387
3.2.2 供試船要目	387
3.2.3 計測要領	388
3.2.4 考察	407
第3編 船体と機関・軸系の関連振動の実測結果 (第3分冊)	411
緒言	413

1. 実測資料	.....	414
1.1 SHIP No. H-4	.....	414
1.2 SHIP No. 41-C	.....	420
1.3 SHIP No. 41-E	.....	427
1.4 SHIP No. 41-G	.....	434
1.5 SHIP No. 41-H	.....	440
1.6 SHIP No. 41-J	.....	449
1.7 SHIP No. 42-G	.....	467
1.8 SHIP No. 42-I	.....	477
1.9 SHIP No. 42-J	.....	497
1.10 SHIP No. 42-K	.....	505
1.11 SHIP No. 43-D	.....	512
1.12 SHIP No. 43-G	.....	531
2. 機関架構振動と船体振動の関連の検討	.....	546
2.1 供試資料	.....	546
2.2 検討	.....	546
3. 軸系振動と船体振動の関連の検討	.....	551
3.1 供試資料	.....	551
3.2 検討	.....	552
3.3 むすび	.....	555

第3編 船体と機関・軸系の関連振動の実測結果

## 緒 言

この部会において昭和41～43年度間に実船振動実験により船体と機関および軸系の振動の同時計測が数多く行なわれ、その結果は船体と機関・軸系とはそれぞれ別個に41、42年度報告中に記載されてきたが、これらの振動の関連を十分把握するためには両者の振動をつきあわせて比較検討することが必要である。この目的のため昭和43年度にこの部会内に船体機関合同小委員会が設置され7回の委員会で上記のまとめ作業を行なつた。

プロペラのほかに主機関および軸系その他が船体（局部構造を含む）振動の起振源として存在し、また逆に船体振動が原因となつて機関および軸系の振動をひきおこすことは従来から着目されてはいたが、これらの振動の相関関係を知るための実船での振動計測および解析はこの部会ではじめて総合的に実施されたものである。

ここでは船体・機関の要目および振動計測点の配置などをまとめて最初に示し、その後実測による共振曲線をまとめて示してあるので、船体と機関・軸系各部の振動の相関が判明する。そしてその後に実際の設計に役立つ資料として、プロペラ回転数をベースとして各部の固有振動数とこの固有振動をひきおこした起振源が何であるかが判明するいわゆるキャンベル線図を作製して示してある。この図において起振源に対する各部の振動応答の大きさを知ることができる。最後に実船での実測結果の解析および考察ができるだけ簡明にまとめて示してある。

この報告が船体と機関・軸系の関連振動の理解と実際の設計者の振動のない船体の設計意図に少しでも役立つことができれば幸いである。

# 1. 実測資料

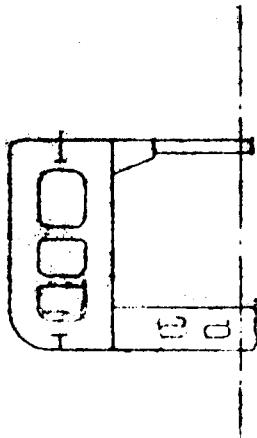
## 1.1 SHIP NO. H-4

SHIP NO.	H-4
BUILDER	MITSUBISHI NAGASAKI

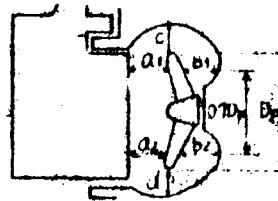
### PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	ORE/OIL CARRIER WELL DECKER	KIND & TYPE	TURBINE, MTP
CLASS	A, B	NUMBER	1 SET
CONSTRUCTION	LONG SYSTEM	POSITION OF ENG.	A.F.T
Loa	220 <sup>m</sup> 0	B.H.P.(MCR)	18,000 PS
Lpp	208 <sup>m</sup> 0	R.P.M.(MCR)	105
Bmld	32 <sup>m</sup> 2	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub> —
Dmld	16 <sup>m</sup> 4		F <sub>v2</sub> —
dfull	12 <sup>m</sup> 14		F <sub>H</sub> —
Δfull	66,500 KT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> —
D.W.	52,000 KT		M <sub>v2</sub> —
Cbfu11	0.808		M <sub>H1</sub> —
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	PROPELLER	
	I <sub>H</sub>	NUMBER	1
WEB AREA	A <sub>v</sub>	NO. OF BLADES	5
	A <sub>H</sub>	DIAMETER	6 <sup>m</sup> 750

### SKETCH OF SECTION



### SKETCH OF SCREW APERTURE



a <sub>1</sub> ;	970	a <sub>1</sub> / D <sub>p</sub>	14.4 %
a <sub>2</sub> ;	1,180	a <sub>2</sub> / D <sub>p</sub>	17.5 %
b <sub>1</sub> ;	1,940	b <sub>1</sub> / D <sub>p</sub>	28.7 %
b <sub>2</sub> ;	1,720	b <sub>2</sub> / D <sub>p</sub>	25.5 %
c ;	1,900	c / D <sub>p</sub>	28.2 %
d ;	680	d / D <sub>p</sub>	10.05 %

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION		
MAIN DIMENSION	CYL. BORE		TEST NO.	Sea Trial	
	PISTON STROKE		LOAD CONDITION	Ballast	
	CYL. NUMBER		BRACINGS		
FIRING ORDER			DATE	Dec. 23, 1965	
			PLACE	off Miye near Nagasaki	
EXCITING MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION	H-TYPE		WEATHER	Rain	
			SEA CONDI.	Rough	
			DEPTH OF WATER	AB. 60m	
			△ test	39,400 KT	
			d <sub>f</sub>	6m 04	
			d <sub>m</sub>	7m 92	
			d <sub>a</sub>	9m 68	
			PROPELLER IMMERSION	14 2%	
OTHER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT		
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	—	MEASURING POINT & DIREC	NO. OF POINTS	
	MAX. EXCIT. FORCE	—			Unbonded Gauge
	DIRECTION OF EXCIT	—			Type Accelerome- ter
ENGINE EXCITER	TYPE OF EXCITER	—	2      V	3	
	MAX. EXCIT. FORCE	—			Strain Gauge &
	DIRECTION OF EXCIT	—			Slip Ring
OTHER DESCRIPTION					

● VIBRATION MEASURING  
POINT OF STRUCTURE

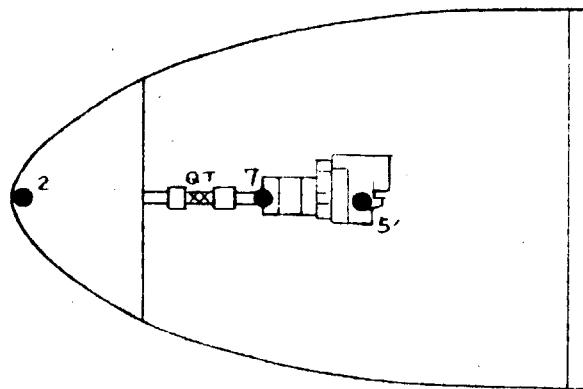
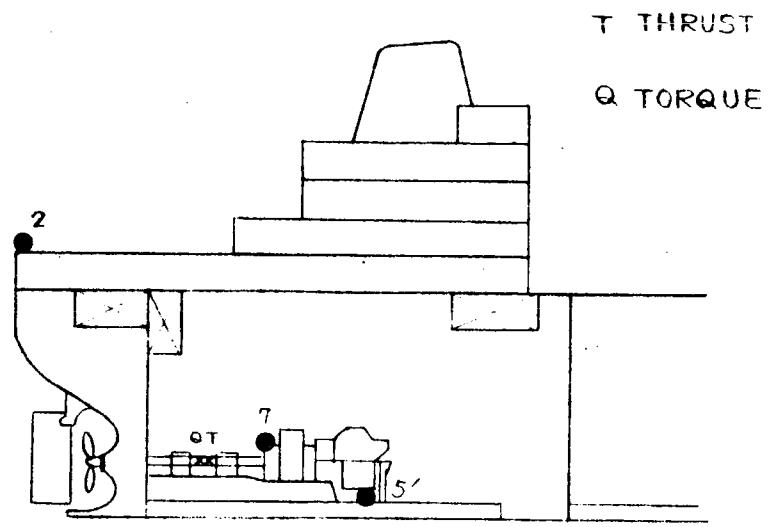


図 1.1.1 MEASURING POINTS

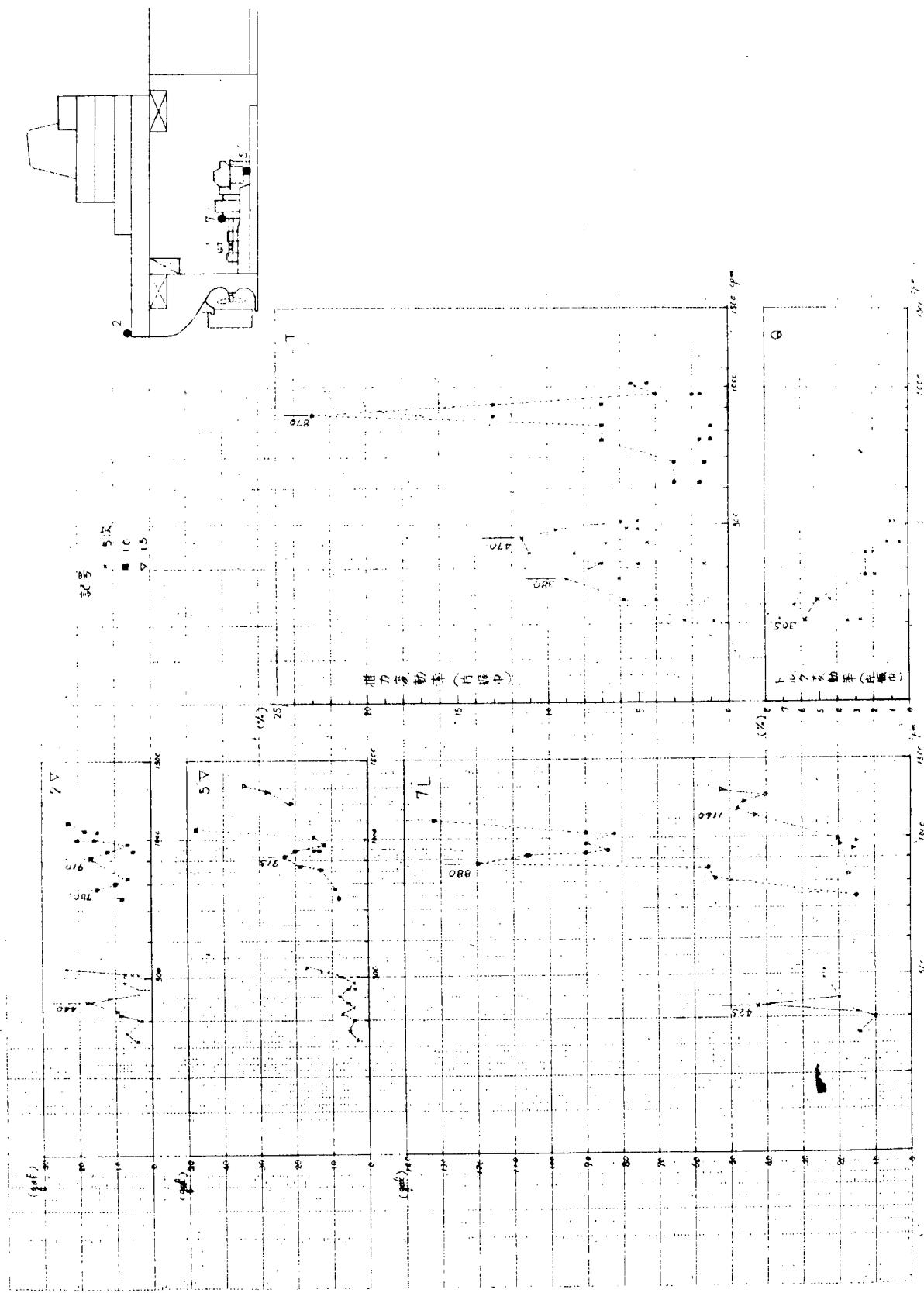
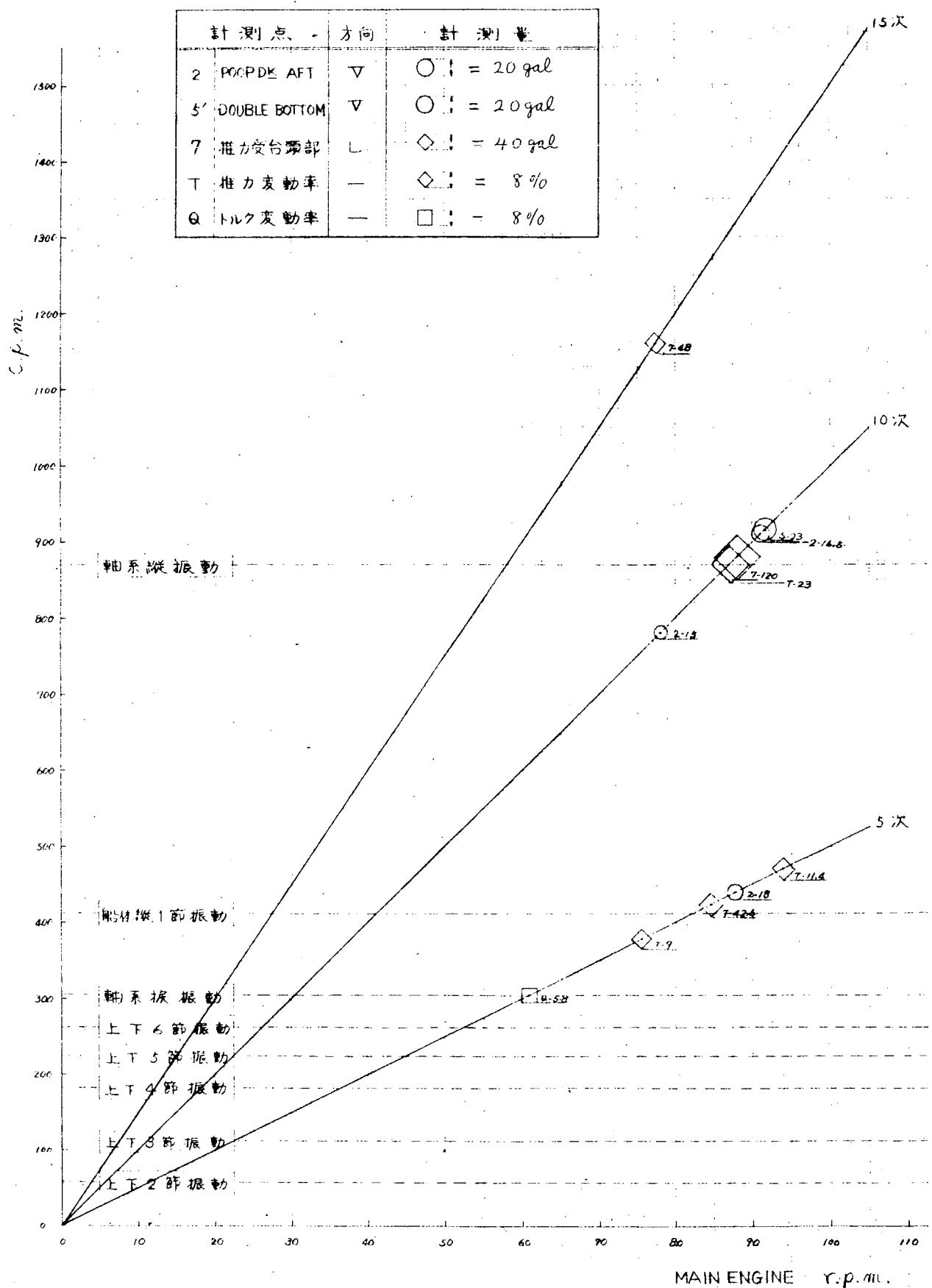


図 1.1.2 軸系振動と軽体振動の関係(共振曲線)



## [考 察]

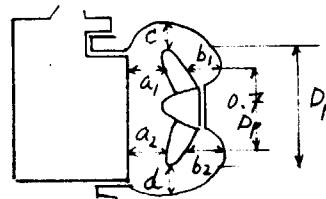
- 1) 船尾の上下振動加速度が、5次成分と10次成分で大略同程度であるのに反し、機関室内二重底の上下振動、および推力軸受台頂部の前後振動では、5次成分より10次成分のほうが大きい。
- 2) 平均推力に対する推力変動率(片振幅)は、主機回転数とともに若干増加するが、MER～MCRでは約6～7%(5次成分)および4～5%(10次成分)程度である。
- 3) 10次の推力変動が87 r.p.m.でピークを示しているが、これは軸系の縦振動(0節)共振点と考察される。このとき推力変動率は23%に達している。また、推力軸受台頂部の前後振動もこのときピークを示している。(120 gal)
- 4) 軸系縦振動の共振点に伴つて、機関室内二重底の上下振動にも共振点が認められる。(23 gal)  
このとき、船尾上下振動では、むしろ5次成分(440 cpm)にピークがある。
- 5) 推力軸受台頂部に425 cpm(5次)のピークがある。(43 gal)  
この振動数は、別途実施された起振機実験により得られた船体縦1節振動数(412 cpm)に近いので、船体縦1節振動によるものと考察される。この振動数の近傍(440 cpm)で、船尾上下振動にも前述のように、小さなピークが生じている。(18 gal)
- 6) トルク変動率が、305 cpmでピークを示しているが、300 cpm近傍に軸系の振動数があるためと考察される。  
平均トルク変動率(片振幅)はMER～MCRで1%程度である。

1.2 SHIP NO. 41-C

SHIP NO.	41-C
BUILDER	MITSUBISHI KOBE

PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	BULK CARRIER FLUSH DECKER	KIND & TYPE	DIESEL, 6RD90
CLASS	NK	NUMBER	1
CONSTRUCTION	COMBIN	POSITION OF ENG.	A.F.T
Loa	224 <sup>m</sup> 00	B.H.P.(MCR)	15,000 PS
Lpp	211 <sup>m</sup> 00	R.P.M.(MCR)	122
Bmld	31 <sup>m</sup> 80	UNBALANCED MOMENT	F <sub>v1</sub> 0
Dmld	17 <sup>m</sup> 50		F <sub>v2</sub> 0
d full	11 <sup>m</sup> 527		F <sub>H</sub> 0
Δfull	65,400 Kt	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> 0
D.W.	54,390 LT		M <sub>v2</sub> 156 t-m
C <sub>b</sub> full	0.8269		M <sub>H</sub> 0
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	PROPELLER	
	I <sub>H</sub>	NUMBER	1
WEB	A <sub>v</sub>	NUMBER OF BLADES	5
AREA	A <sub>H</sub>	DIAMETER	6 m



a <sub>1</sub> / D <sub>P</sub>	18.3 %
a <sub>2</sub> / D <sub>P</sub>	18.3 %
b <sub>1</sub> / D <sub>P</sub>	20.3 %
b <sub>2</sub> / D <sub>P</sub>	23.4 %
c / D <sub>P</sub>	20.3 %
d / D <sub>P</sub>	7.3 %

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION	
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	900 mm	TEST NO.	
	PISTON STROKE	1550 mm	LOAD CONDITION	
	CYL. NUMBER	6	BRACINGS	
FIRING ORDER	1-6-2-4-3-5		DATE	NOV. 9~10, 1966
			PLACE	OSAKA BAY
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	6, 12 ORDER 6.00	WEATHER	FINE
	X-TYPE	1, 5, 7, 11 " 0.000	SEA CONDI.	SMOOTH
		2, 4, 8, 10 " 1.386	DEPTH OF WATER	ABOUT 50m
		3, 9, 15 " 3.600	△ test	29,150 KT
			d <sub>t</sub>	3m 820
			d <sub>m</sub>	5m 515
OTHER			d <sub>s</sub>	7m 210
			PROPELLER IMMERSION	55.5%
MEASURING POINTS & INSTRUMENT				
MEASURING POINT & DIREC.		NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP	
1	L			
2	H			
2'	V			
3	H			DISPLACEMENT
3 <sub>0</sub>	H			METER
4	H			
5	H			
5	V			

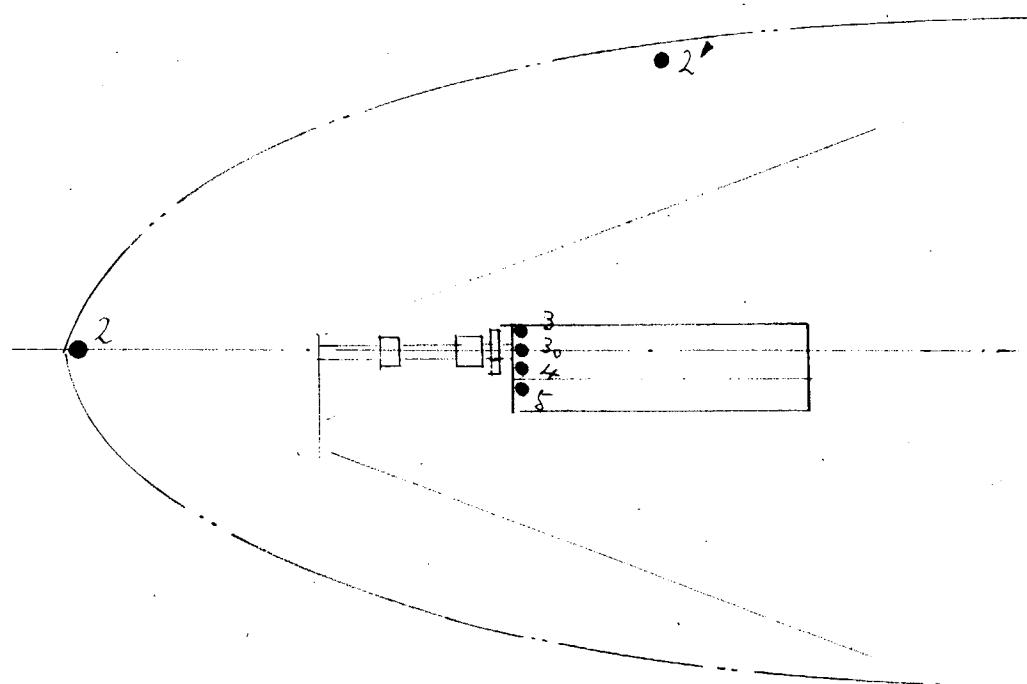
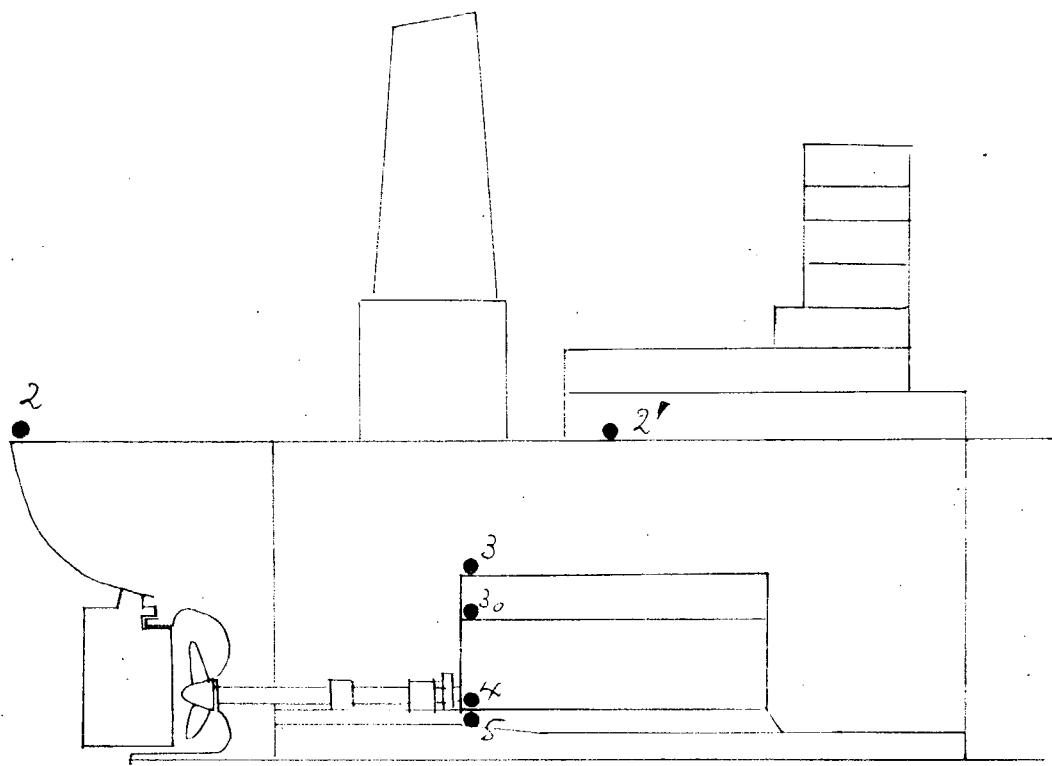


図 1.2.1 MEASURING POINTS

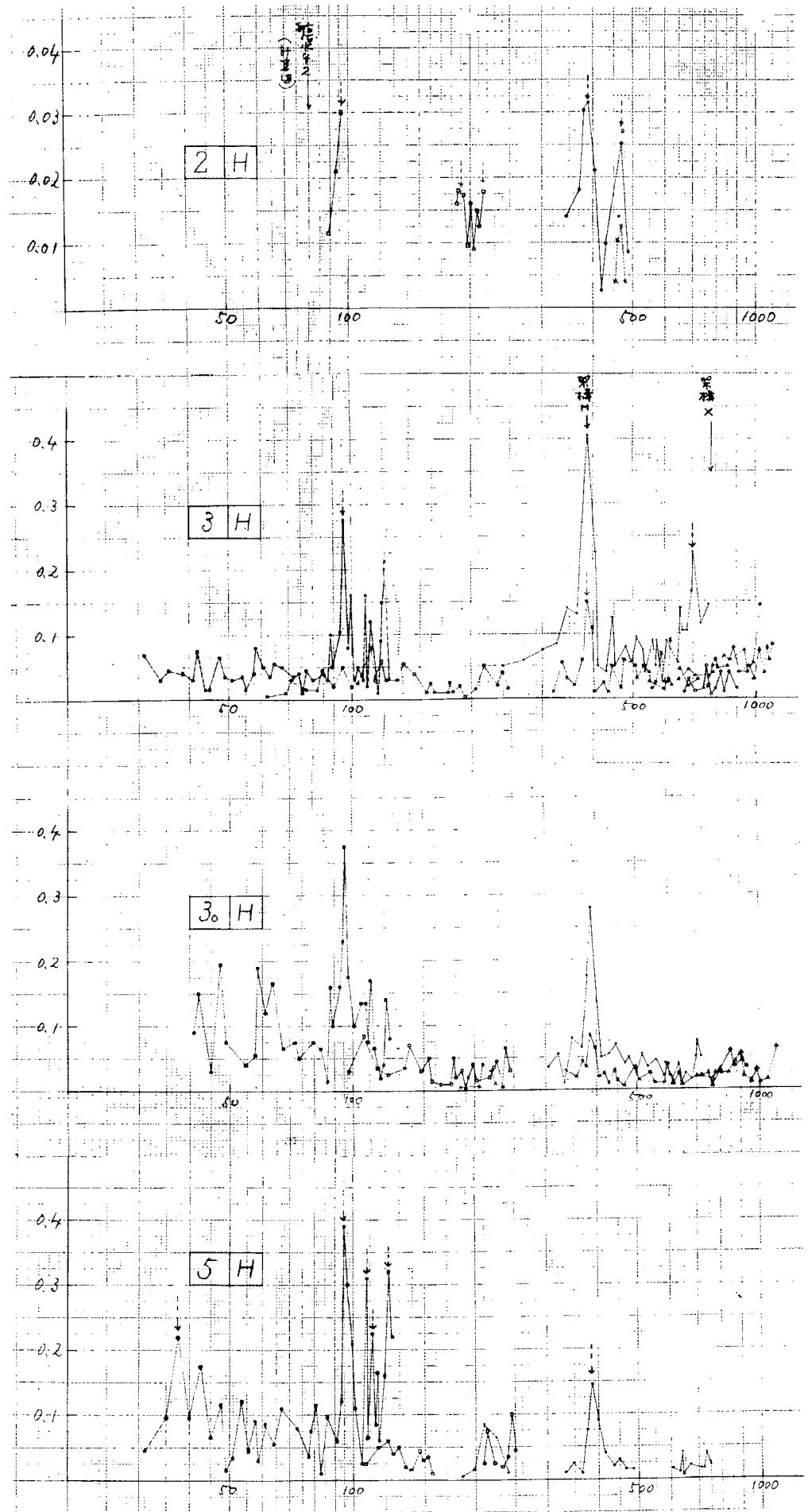


图 1.2.2

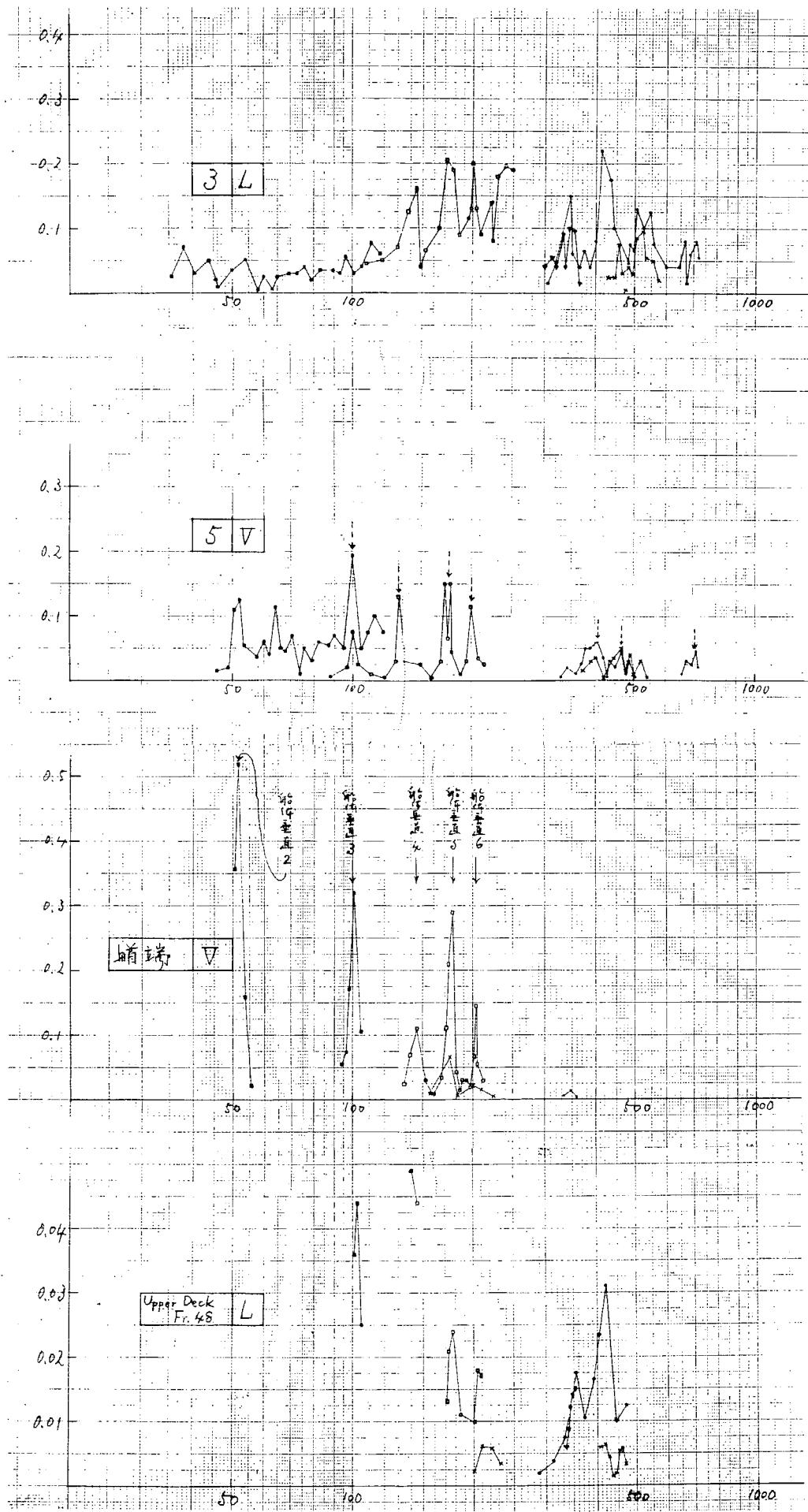


图 1.2.3  
—424—

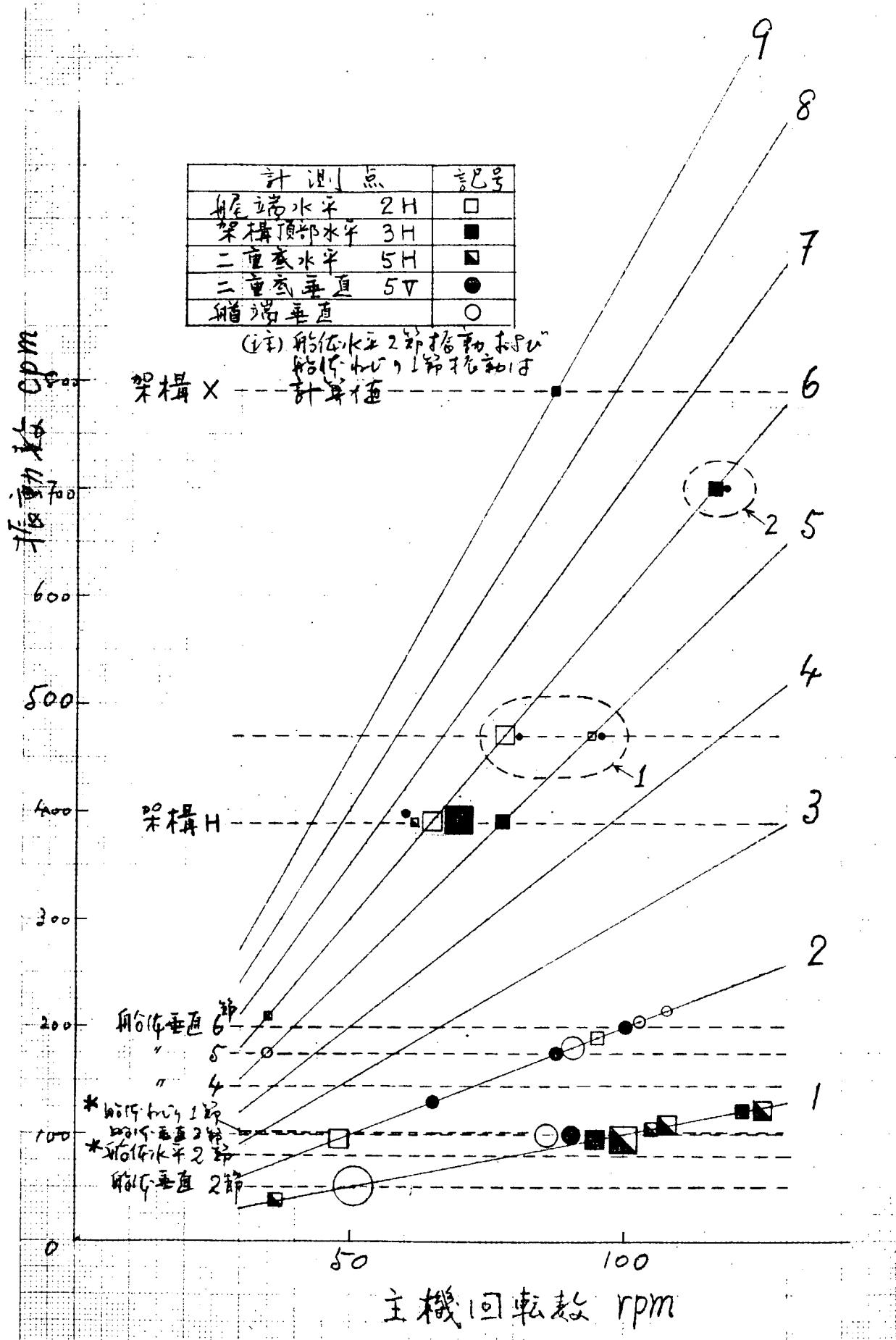


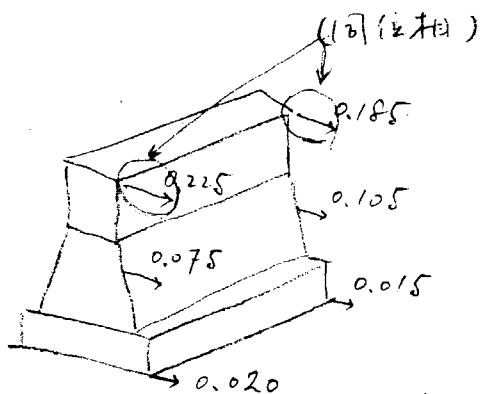
圖 1.2.4

### [測定結果について]

着火順序を考察すれば、架構H形振動は6次、X形振動は9次成分で起振される。

H形共振時(65 rpm、6次)には、二重底上下、および船尾端水平振動にも共振点がみられる。特に船尾端水平の振動振幅は、このときに最大となつてゐる。また700 cpm で、架構が6次成分でかなり大きく振動していて振動振幅は架構頂部で65 rpm、6次のH形に対して1/2程度である。(ピークは、架構中間部、基部にも若干みられる)これについて架構各部の振幅は下図のようになり、架構頂部前端と後端の位相は、ほぼ同じである。このとき船首、船尾端の水平振動には、ピークは見られず、架構自体の振動と考えられる。

X形振動(88 rpm、9次)は起振力が小さいためか、架構の振動振幅自体小さく、二重底、船尾端等への影響は、はつきりとは見られなかつた。470 cpmにおいて5次、6次成分で船尾端水平および二重底垂直振動にピークが見られるがこれは船体の水平またはねじり振動の高次のものによると推定される。



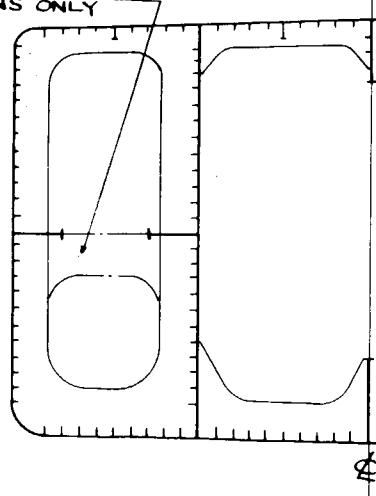
## 1.3 SHIP NO. 41-E

SHIP NO.	41-E
BUILDER	K.D.Y.

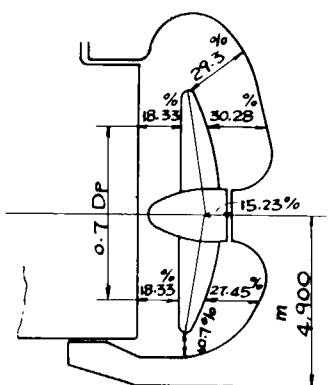
## PARTICULARS OF SHIP

HULL			MAIN ENGINE		
KIND & TYPE		OIL TANKER FLUSH DECKER	KIND & TYPE		KAWASAKI MAN K9Z 93/170E
CLASS		N.K.	NUMBER		1
CONSTRUCTION		LONG L SYSTEM	POSITION OF ENG.		AFT
Loa		274 <sup>m</sup> 00	B.H.P.	M.C.O. 24,750	NORL 21,000
Lpp		260 <sup>m</sup> 00	R.P.M.	115	AB. 109
Bmld		42 <sup>m</sup> 00	UNBALANCED FORCE	F <sub>y1</sub>	
Dmld		23 <sup>m</sup> 30		F <sub>y2</sub>	
dfull		15 <sup>m</sup> 50		F <sub>H</sub>	
Δfull		140,260 t		M <sub>y1</sub>	
D.W.		118,400 LT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>y2</sub>	
Cb full		0.807		M <sub>H</sub>	
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	615.9 m <sup>4</sup>	PROPELLER		
	I <sub>H</sub>	—	NUMBER	1	
WEB	A <sub>v</sub>	1.830 m <sup>2</sup>	NUMBER OF BLADES	6	
AREA	A <sub>H</sub>	—	DIAMETER	6 <sup>m</sup> 700	

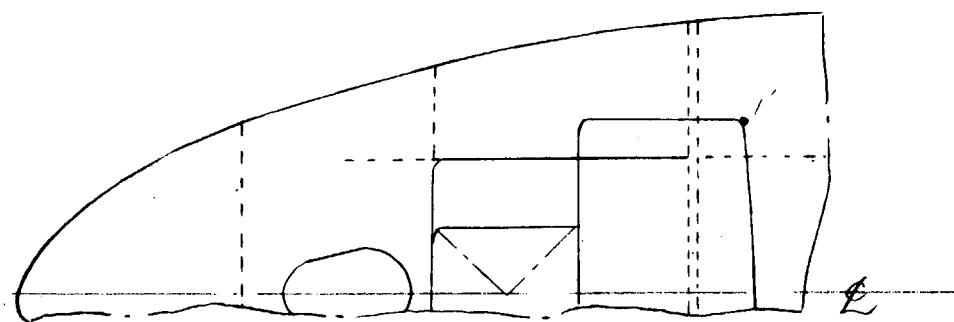
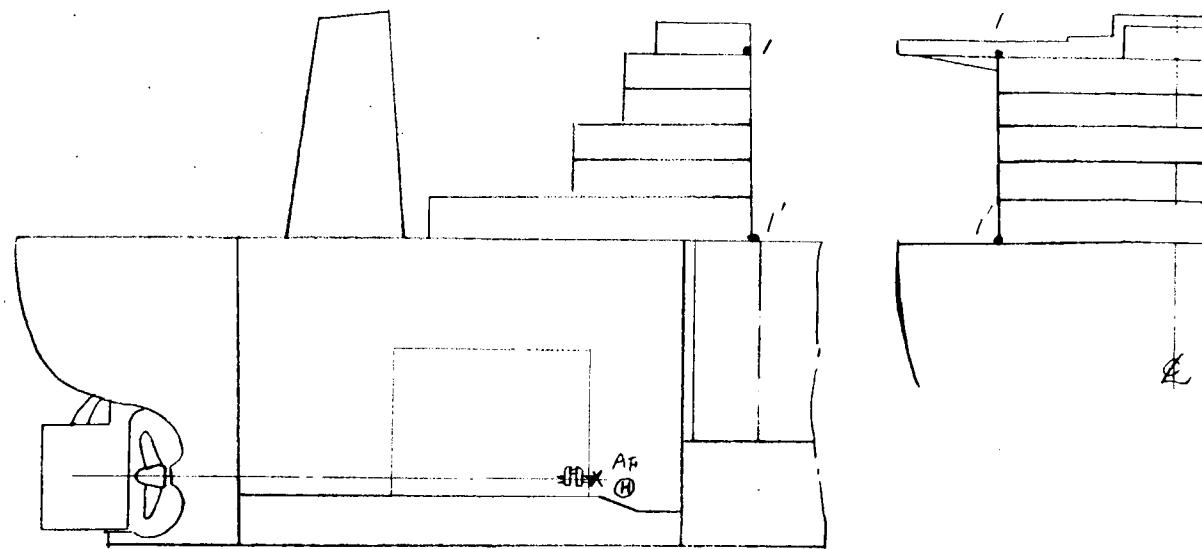
## SKETCH OF SECTION

TANK CENTER  
TRANS ONLY

## SECTION OF SCREW APERTURE

CLEARANCES SHOWN BY FRACTION TO DP

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION		
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	930 <sup>mm</sup>	TEST NO.	1	2
	PISTON STROKE	1,700 <sup>mm</sup>	LOAD CONDITION	BALLAST	FULL LOAD
	CYL. NUMBER	9	BRACINGS	WITH	WITH
FIRING ORDER	1-9-4-2-8-5-3-7-6		DATE	DEC. 28th '66	JAN. 7th '67
			PLACE	OFF HINOMISAKI	OFF HINOMISAKI
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9,18 ORDER 9.00	WEATHER	FINE	FINE
	X-TYPE	18,10,17 " 03106	SEA CONDITION	SMOOTH	SMOOTH
		2,7,11,16 " 01985	DEPTH OF WATER	70 <sup>m</sup>	70 <sup>m</sup>
		3,6,12,15 " 40062	Δ test	68,330 LT	140,250 LT
		4,5,13,14 " 13074	df	6 <sup>m</sup> 40	15 <sup>m</sup> 50
	9,18 " 00833		dm	8 <sup>m</sup> 00	15 <sup>m</sup> 50
OTHER	$\frac{I}{D_2} =$		da	9 <sup>m</sup> 60	15 <sup>m</sup> 50
			PROPELLER IMMERSION	140 %	316 %
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT		
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER		MEASURING POINT & DIRECTION		TYPE OF PICK-UP
	MAX. EXCIT. FORCE		1	L	UNBOUNDED TYPE U-GAUGE
	DIRECTION OF EXCIT.		1'	L, V	"
OTHER DESCRIPTION			A <sub>F</sub>	L	DS-36S-L-型 差動変圧器
			θ		GUIGER TORSIOGRAPH



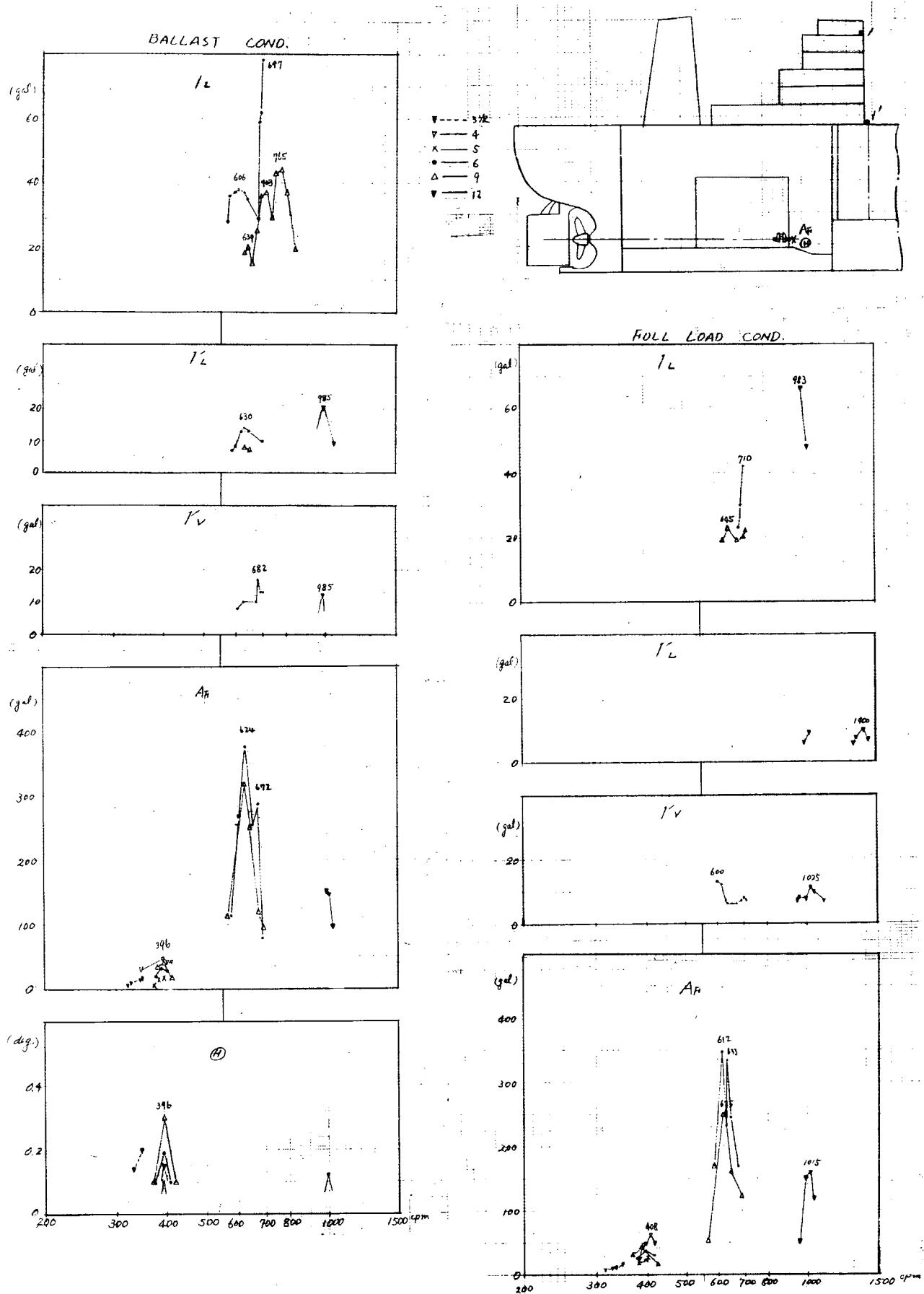
●: VIBRATION MEASURING POINTS OF STRUCTURE

X : " OF SHAFT

Ae : AXIAL VIBRATION

(H) : TORSIONAL VIBRATION

図 1.3.1 MEASURING POINTS



☒ 1.3.2

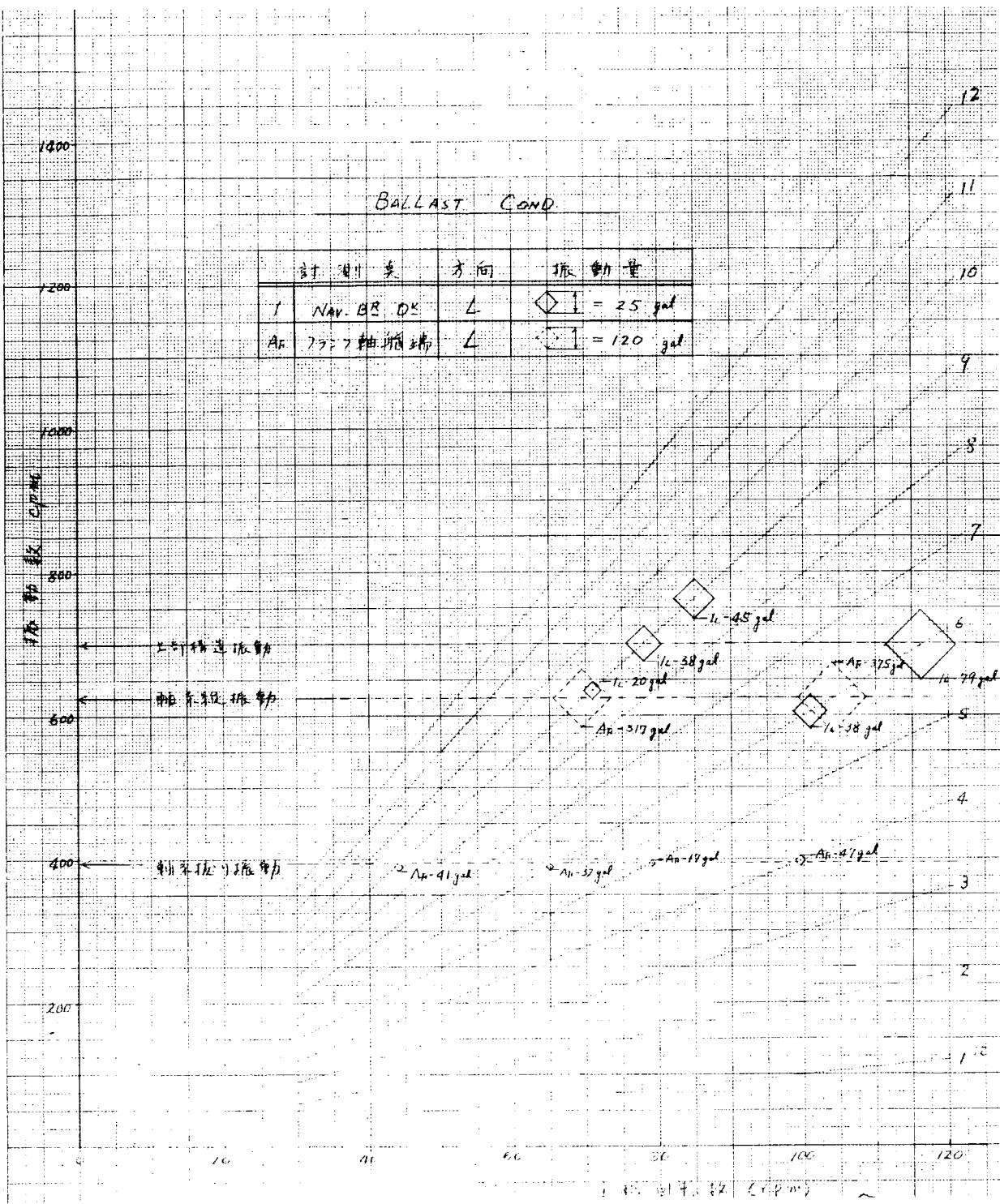


図 1.3.3

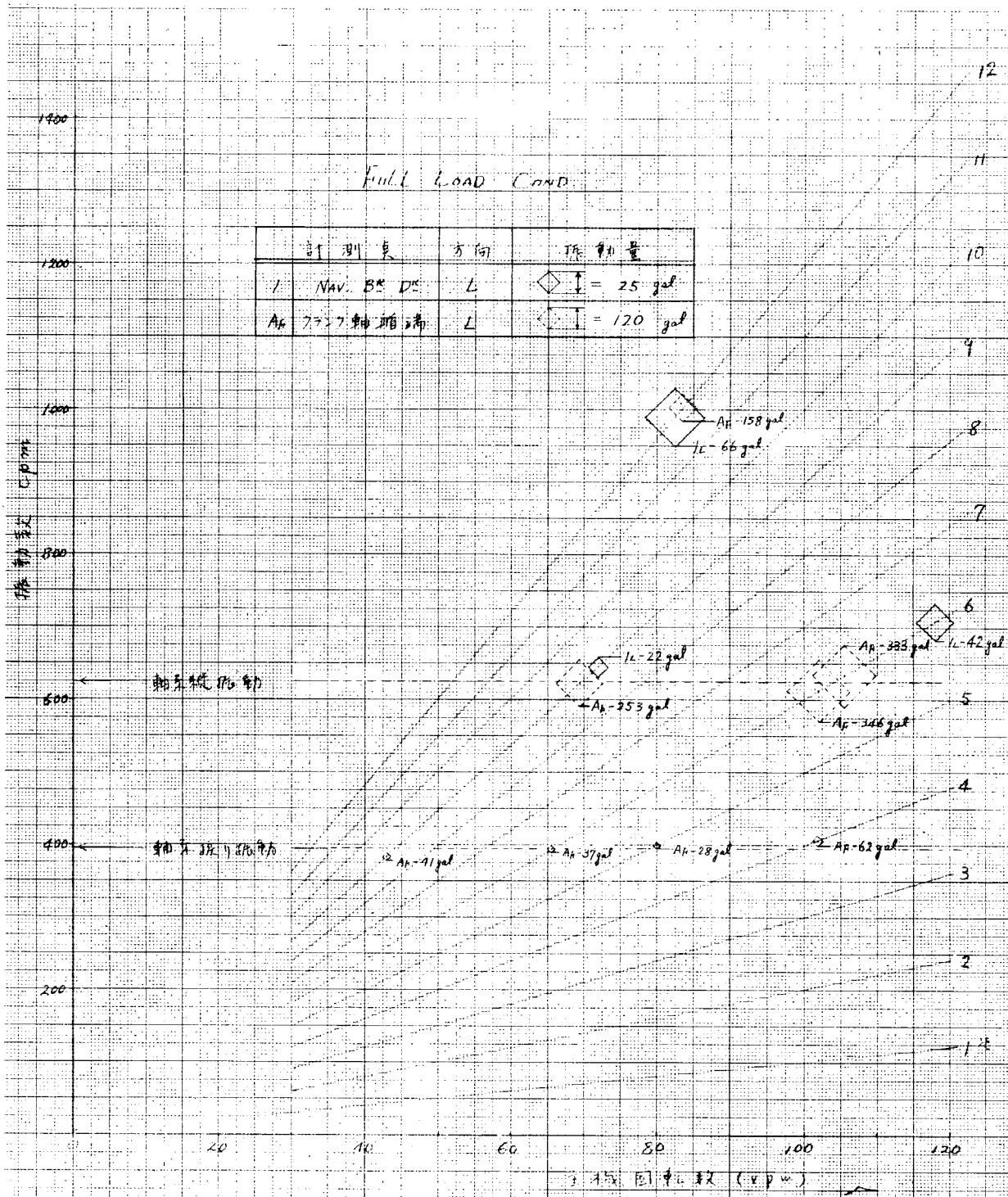


図 1.3.4

## [ 考 察 ]

本船のプロペラは 6 翼、エンジンは 9 筒であり軸系、船体共に 6 次、9 次、12 次の振動が大きい。

Full, Ballast cond. によるクランク軸縦振動の違いはあまり大きくなないが、上部構造の前後振動の様子はかなり違つており、Ballast 状態では 9 次、6 次の振動が大きいが、Full では 12 次の振動 ( 983 cpm ) が現れている。

この上構の 12 次の振動はクランク軸振り振動 12 次のピークに一致している。

Full 状態では Ballast 状態より Surface Force の上構に対する影響が大きいと思われ、Blade Freq. × 2 の Surface Force が、Full 状態での上構 12 次の振動の原因とも考えられる。

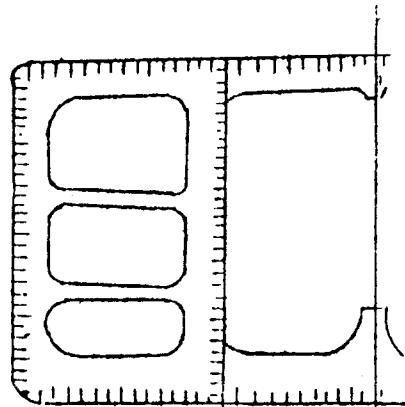
クランク軸の縦振動にはクランク軸の振り振動によつて生じている成分が明らかに現われている。

## 1.4 SHIP NO. 41-G

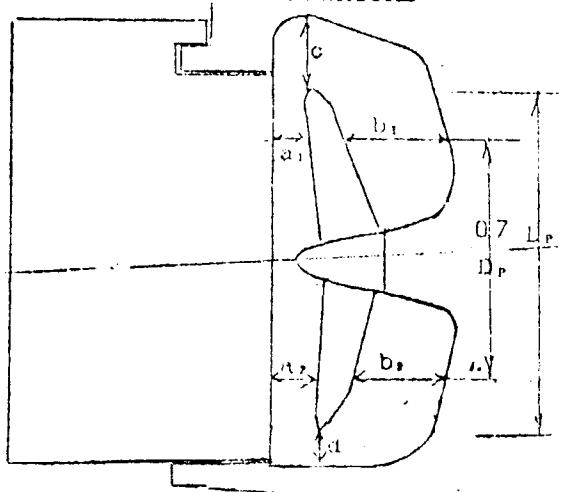
SHIP NO.	41-G
BUILDER	MHI NAGASAKI

## PARTICULARS OF SHIP

MAIN HULL			MAIN ENGINE	
KIND/TYPE	O/T WITH BRIDGE AFT	KIND/TYPE	STEAM TURBINE (MT-300)	
CLASS	N V	NUMBER	1	
CONSTRUCTION	LONG L. SYSTEM	POSITION OF ENGINE	AFT	
Loa	30.0 <sup>m</sup> 0	B.H.P. (MCR)	30.000 PS	
Lpp	28.5 <sup>m</sup> 0	R.P.M. (MCR)	90	
Bmld	4.8 <sup>m</sup> 2	UNBALANCED FORCE	F <sub>V1</sub>	
Dmld	2.3 <sup>m</sup> 5		F <sub>V2</sub>	
d full	1.6 <sup>m</sup> 3		F <sub>H</sub>	
Δf full	187,213 KT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>V1</sub>	
D/W	156,700 KT		M <sub>V2</sub>	
C <sub>b</sub> full	0.816		M <sub>H</sub>	
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	8.10×10 <sup>8</sup> mm <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	PROPELLER	
	I <sub>H</sub>		NUMBER	1
WEB AREA	A <sub>v</sub>	1.86×10 <sup>6</sup> mm <sup>2</sup>	NO. OF BLADES	6
	A <sub>H</sub>		DIAMETER	8. <sup>m</sup> 1
SECTIONAL AREA	A <sub>s</sub>	7.70×10 <sup>6</sup> mm <sup>2</sup>		

SKETCH OF SECTION

0 5 10 M

SKETCH OF SCREW APERTURE

a <sub>1</sub> / D <sub>P</sub>	13.7 %	b <sub>2</sub> / D <sub>P</sub>	32.4 %
a <sub>2</sub> / D <sub>P</sub>	14.8 %	c / D <sub>P</sub>	35.6 %
b <sub>1</sub> / D <sub>P</sub>	30.4 %	d / D <sub>P</sub>	15.1 %

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION		
MAIN DIMENSION	CYL. BORE		TEST NO.	Sea Trial	
	PISTON STROKE		LOAD CONDITION	Ballast	
	CYL. NUMBER		BRACINGS		
FIRING ORDER			DATE	Feb. 6, 1967	
			PLACE	off Miye near Nagasaki	
EXCITING MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION	H-TYPE		WEATHER	Cloudy, later Fine	
			SEA CONDI.	Moderate	
	X-TYPE		DEPTH OF WATER	AB. 60 <sup>m</sup>	
			Δ test	94.900 KT	
			df	7 <sup>m</sup> 34	
			dm	8 <sup>m</sup> 69	
OTHER	Steam Turbine		da	10 <sup>m</sup> 06	
			PROPELLER IMMERSION	102.8%	
MEASURING POINTS & INSTRUMENT					
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	—	MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP
	MAX. EXCIT. FORCE	—	1	L	Unbonded Gauge
	DIRECTION OF EXCIT.	—	2	L V	4 Type Accelerometer
ENGINE EXCITER	TYPE OF EXCITER	—	A A	L	
	MAX. EXCIT. FORCE	—	T	—	Strain Gauge &
	DIRECTION OF EXCIT.	—	Q	—	Slip Ring
OTHER DESCRIPTION					

● VIBRATION MEASURING  
POINT OF STRUCTURE

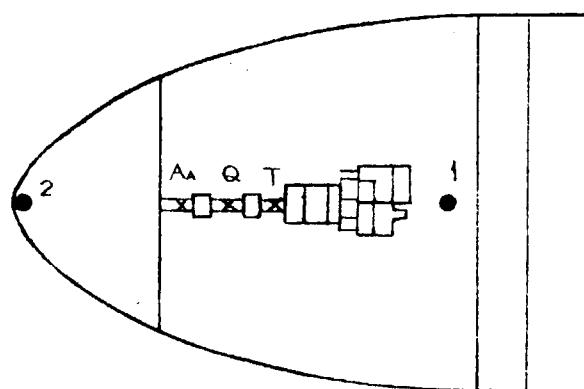
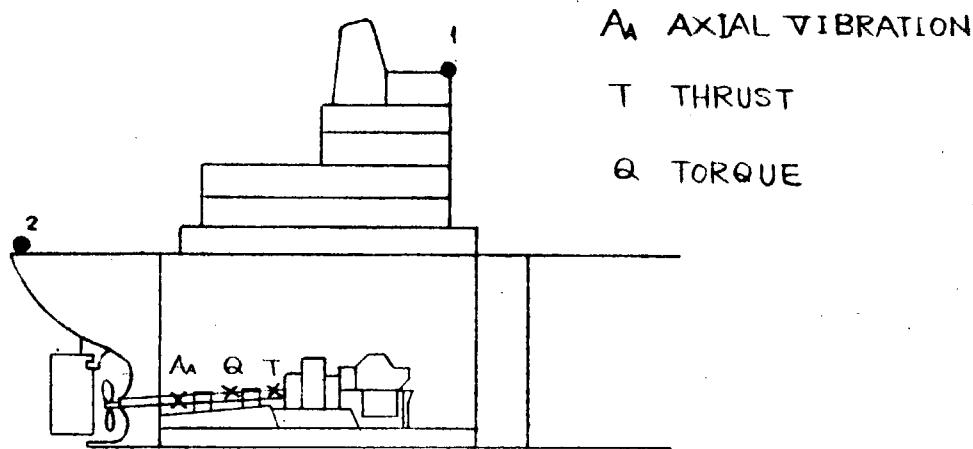


図 1.4.1 MEASURING POINTS

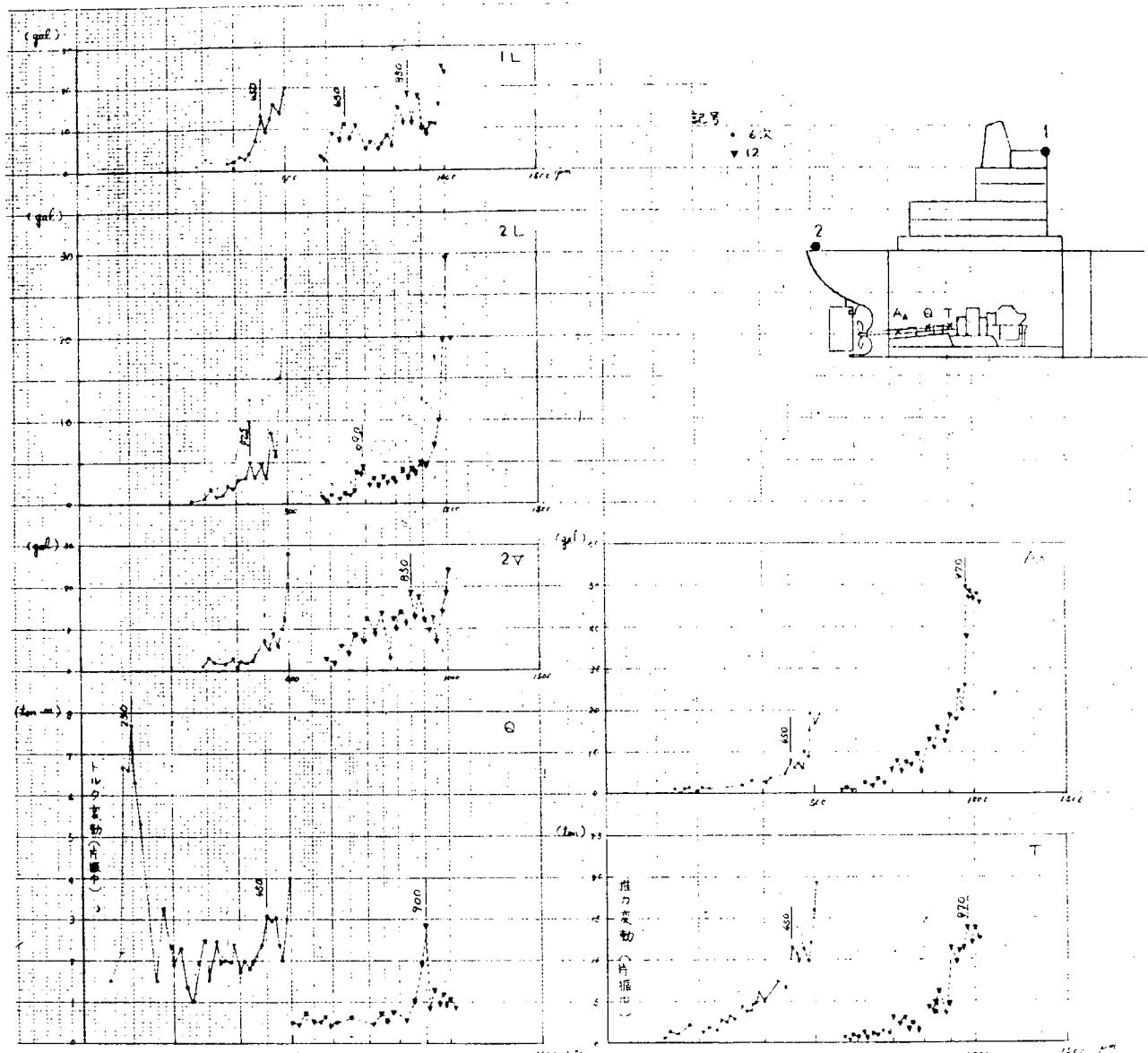


図 1.4.2 軸系振動と船体振動の関係(共振曲線)

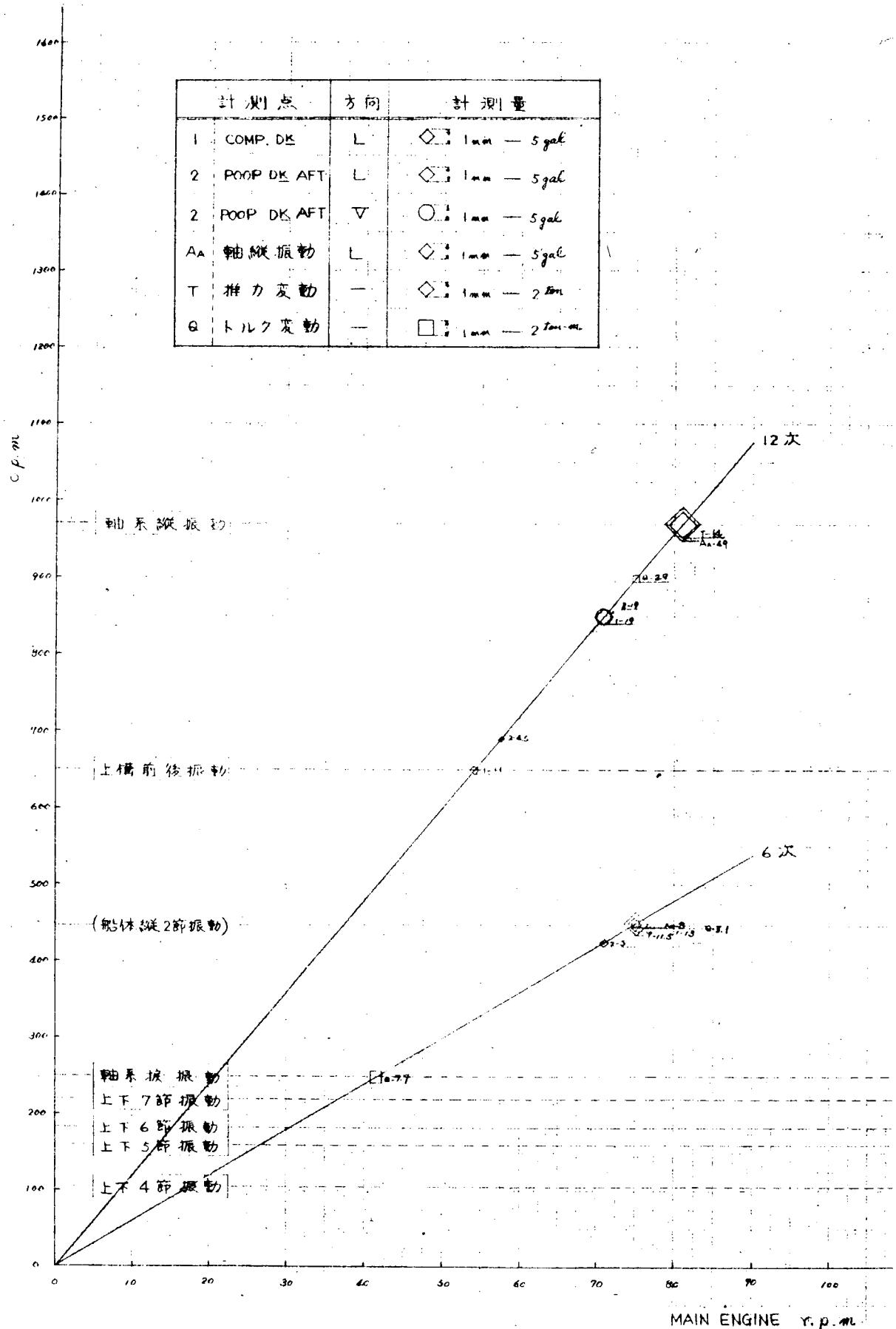


図 1.4.3 軸系振動と船体の振動

[考 察]

- 1) 6翼プロペラの1・2次のスラスト変動およびトルク変動は、6次成分に比較して、一般に小さいといわれているが、本船の計測結果も大体同傾向を示している。
- 2) 推力変動の計測値から、平均推力に対する推力変動率(片振幅)を求めると、大略次のようになる。

スラスト変動率(片振幅)

主機回転数	6 次	1 次	2 次
65 r.p.m	3 %	1.5	
70	4 %	2	
80	6 %	6	
85	8 %	5	

80 r.p.mで1・2次成分が比較的大きいのは、軸系の縦振動に起因しているものと考えられる。軸の縦振動は970 cpm(1・2次)にピークが生じている(4.9 gal)。

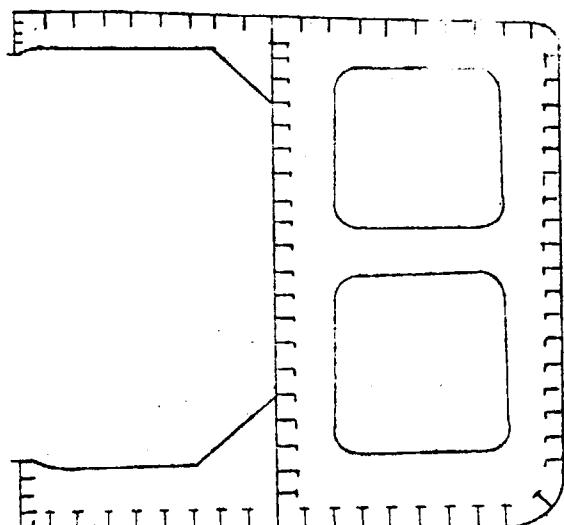
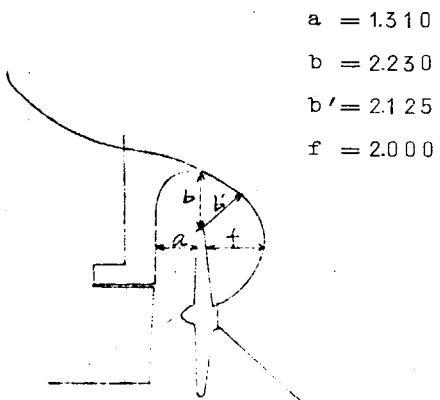
- 3) 上構の前後振動数は、650 cpm近傍と考えられる。(11 gal)このとき、船尾前後振動にも小さなピークが生じている(4.5 gal)
- 4) 上構前後振動、船尾前後振動、軸の縦振動、推力変動、トルク変動とも425~450 cpm(5次)にピークが生じている。別途行なわれた船体縦振動数の計算では、1節振動数が250 cpm近傍にあるので、425~450 cpmは、船体縦2節振動数ではないかと思われる。
- 5) トルク変動は、250 cpm(5次)でピークを生じている。軸系のねじり振動と考察される。

## 1.5 SHIP NO. 41-H

SHIP NO.	41-H
BUILDER	SASEBO

## PARTICULARS OF SHIP.

HULL		MAIN ENGINE		
KIND & TYPE	OIL Tanker well type	KIND & TYPE	SASEBO-GOTAVERKEN DM 850/1,700VGA-9U	
CLASS	N V	NUMBER	1	
CONSTRUCTION	LONG L SYSTEM	POSITION OF ENG.	AFT	
Loa	247 <sup>m</sup> 100	S.H.P.(MCR)	21,600 PS	
Lpp	237 <sup>m</sup> 00	R.P.M.(MCR)	119	
Bmld	38 <sup>m</sup> 90	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub>	0
Dmld	18 <sup>m</sup> 00		F <sub>v2</sub>	0
d full	13 <sup>m</sup> 714(EXT)		F <sub>H</sub>	0
Δfull	105,823 KT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub>	29.5 t-m
D.W.	89,114 KT		M <sub>v2</sub>	94.5 t-m
C <sub>b</sub> full	0.816		M <sub>H</sub>	53.6 t-m
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	238,398,000 m <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	PROPELLER	
	I <sub>H</sub>	89,158,4000 m <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	NUMBER	1
WEB	A <sub>v</sub>	2,279,900 m <sup>2</sup>	NO. OF BLADES	6
AREA	A <sub>H</sub>	2,846,600 m <sup>2</sup>	DIAMETER	6. <sup>m</sup> 600

SKETCH OF SECTIONSKETCH OF SCREW APERTURE

DETAIL OF MAIN ENGINE				TEST CONDITION		
MAIN DIMENSION	CYL. BORE		850 mm	TEST NO.	1	2
	PISTON STROKE		1,700 mm	LOAD CONDITION	BALLAST	FULL LOAD
	CYL. NUMBER		9	BRACINGS	WITHOUT	WITHOUT
FIRING ORDER	1-6-7-3-4-9-2-5-8			DATE	NOV. 26TH. '66	NOV. 28TH. '66
				PLACE	OFF MIE	OFF MIE
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9, 18 ORDER	9.000	WEATHER	RAIN	CLOUD
	X-TYPE	1, 8, 10, 17 "	0.1085	SEA CONDITION	SMOOTH	SMOOTH
		2, 7, 11, 16 "	0.4068	DEPTH OF WATER	70m	70m
		3, 6, 12, 15 "	4.0020	Δtest	49,355 KT	98,710 KT
		4, 5, 13, 14 "	1.2880	df	5m 194	13m 049
		9, 18 "	0.0801	dm	6m 924	13m 049
				da	8m 540	13m 049
				PROPELLER IMMERSION	66.3 %	120.3 %
DETAIL OF EXCITER				MEASURING POINTS & INSTRUMENT		
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	COUNTER WEIGHTS ROTA- TING TYPE	MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP	
	MAX. EXCIT. FORCE	20t AT 400~ 600RPM	1' 1" 2	L.V	IMV-DISPLACE METER	
	DIRECTION OF EXCIT.	VERTICAL	3' 3'	H	VM3300LL	
			4'	V		
OTHER DESCRIPTION						
MEASURING POINTS FOR EXCITER TEST ARE 1, 1' 1" AND 2 FOR VERTICAL DIRECTION				θ	1	GEIGER'S TORSIOGRAPH

● : VIBRATION MEASURING POINTS  
 OF STRUCTURE  
 × : " " OF SHAFT  
 θ : TORSIONAL VIBRATION

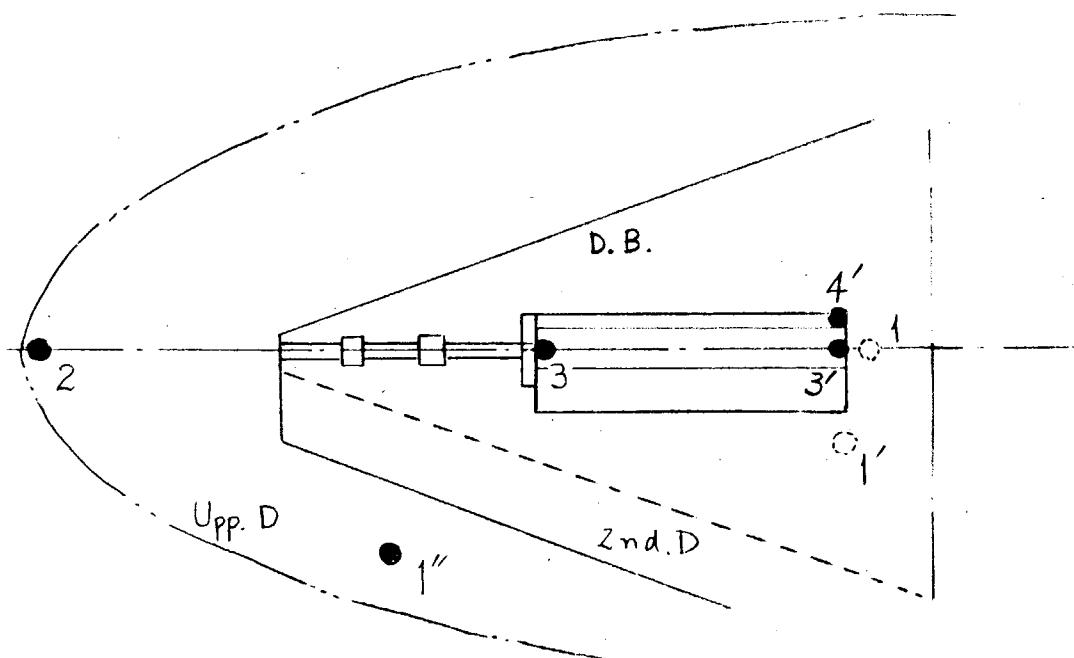
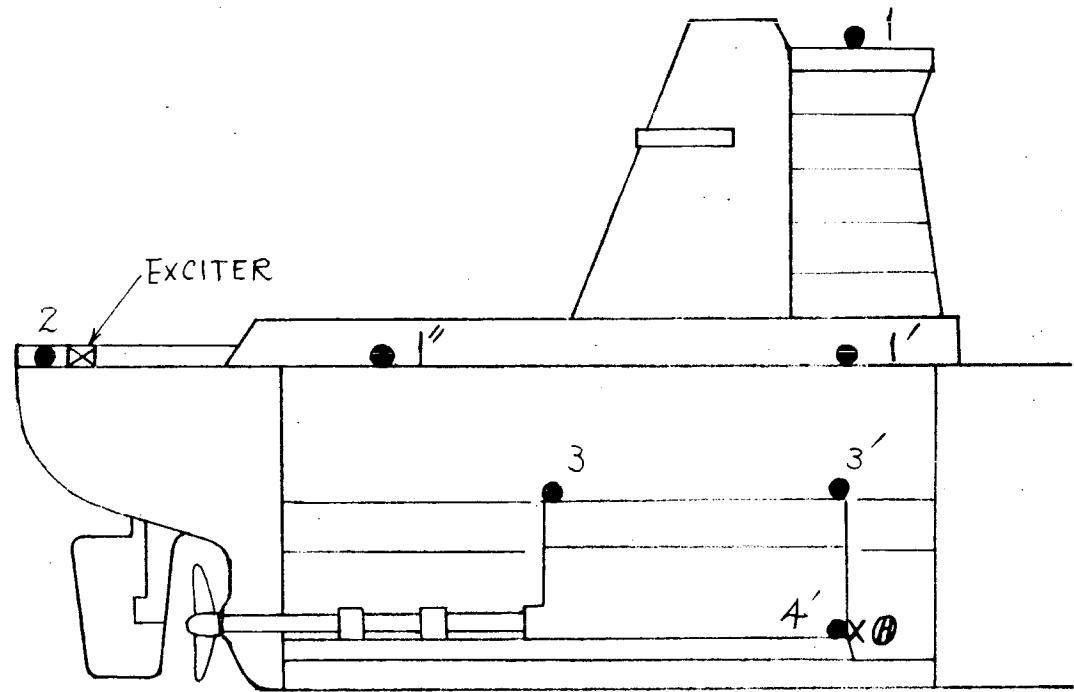
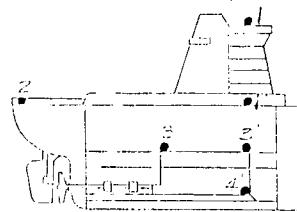
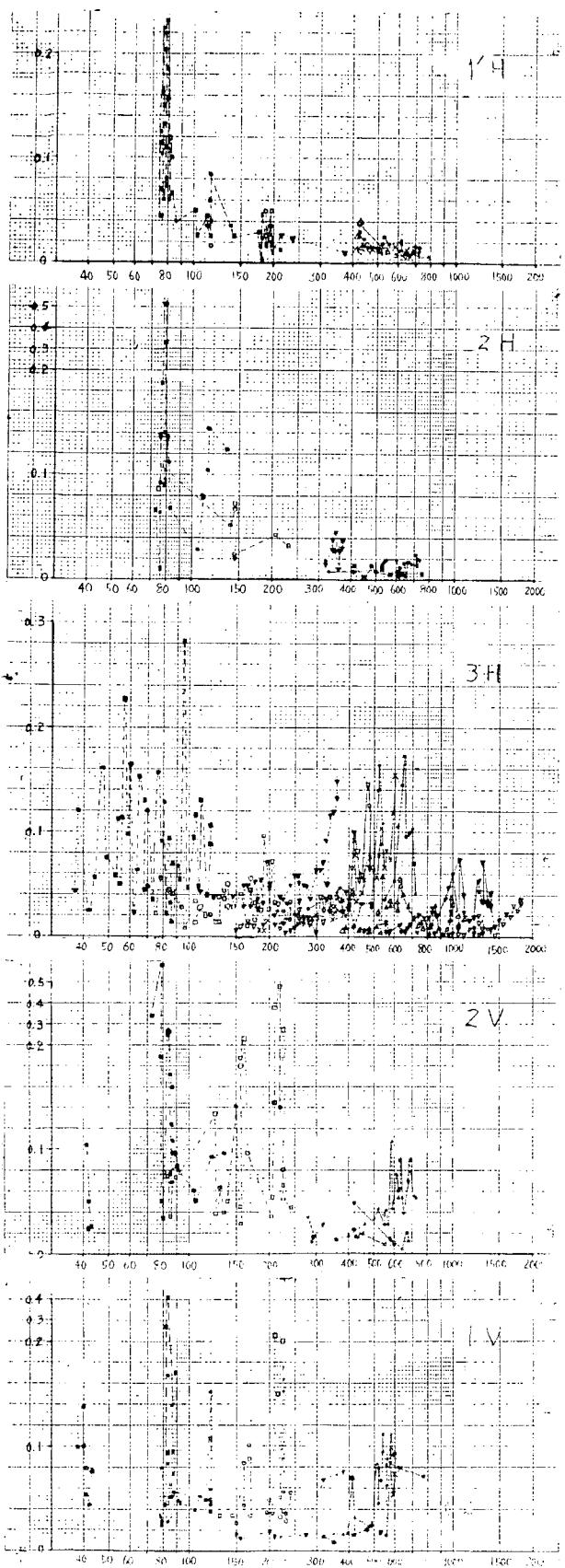


図 1.5.1 MEASURING POINTS



単位 mm (片振幅)

記号

- |        |     |
|--------|-----|
| ■----- | 1 次 |
| □----- | 2   |
| ▼----- | 3   |
| ▽----- | 4   |
| ×----- | 5   |
| ●----- | 6   |
| ○----- | 7   |
| ▲----- | 8   |
| △----- | 9   |
| ■----- | 10  |
| ▼----- | 12  |
| ▽----- | 15  |
| ×----- | 18  |

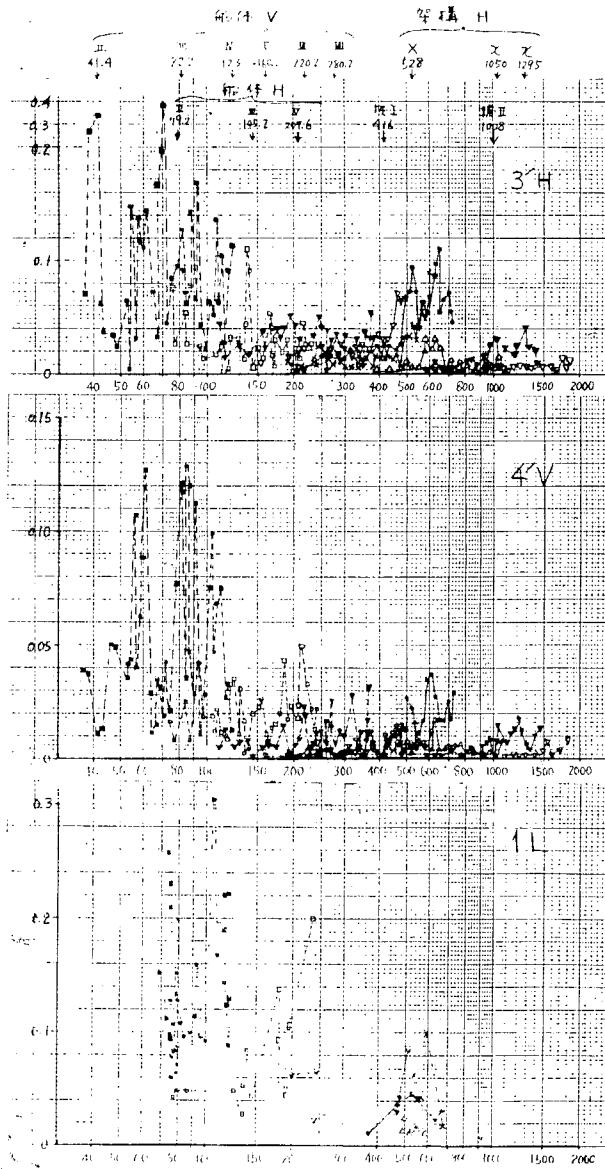


図 1.5.2 機関架構振動と船体振動の関係(満載)

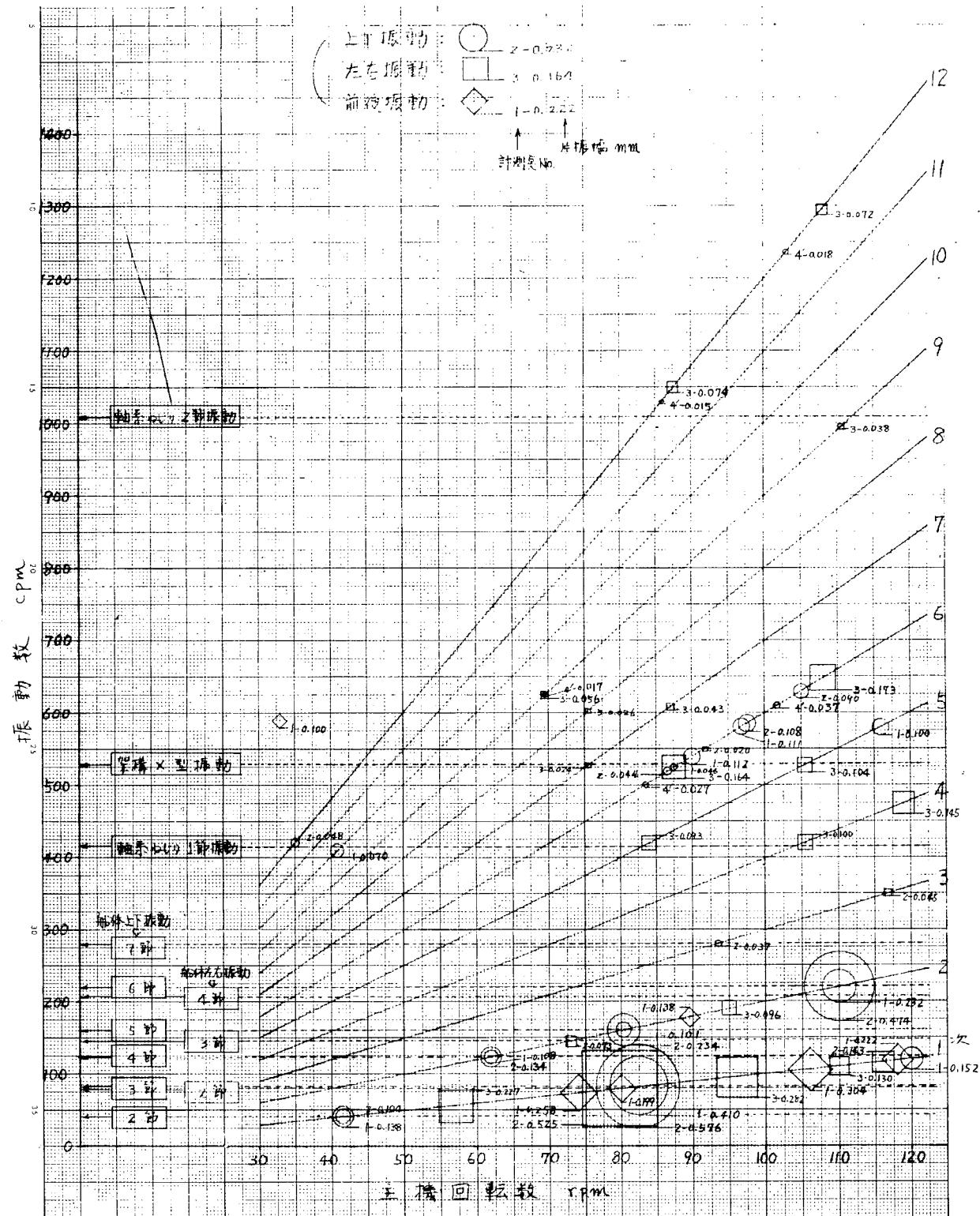
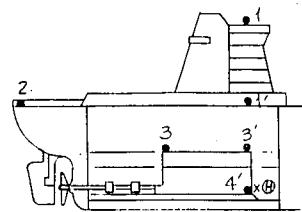
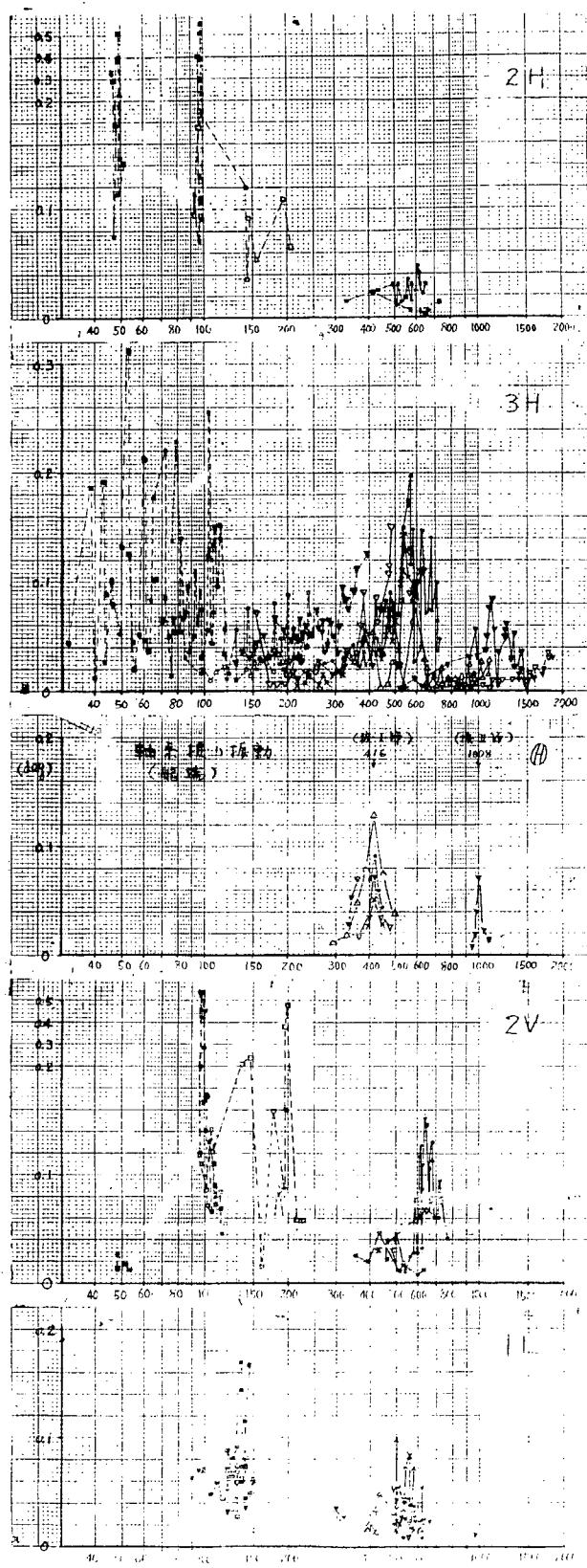


図 1.5.3 機関架構振動と船体振動(満載)



単位 mm (片振幅)

記号

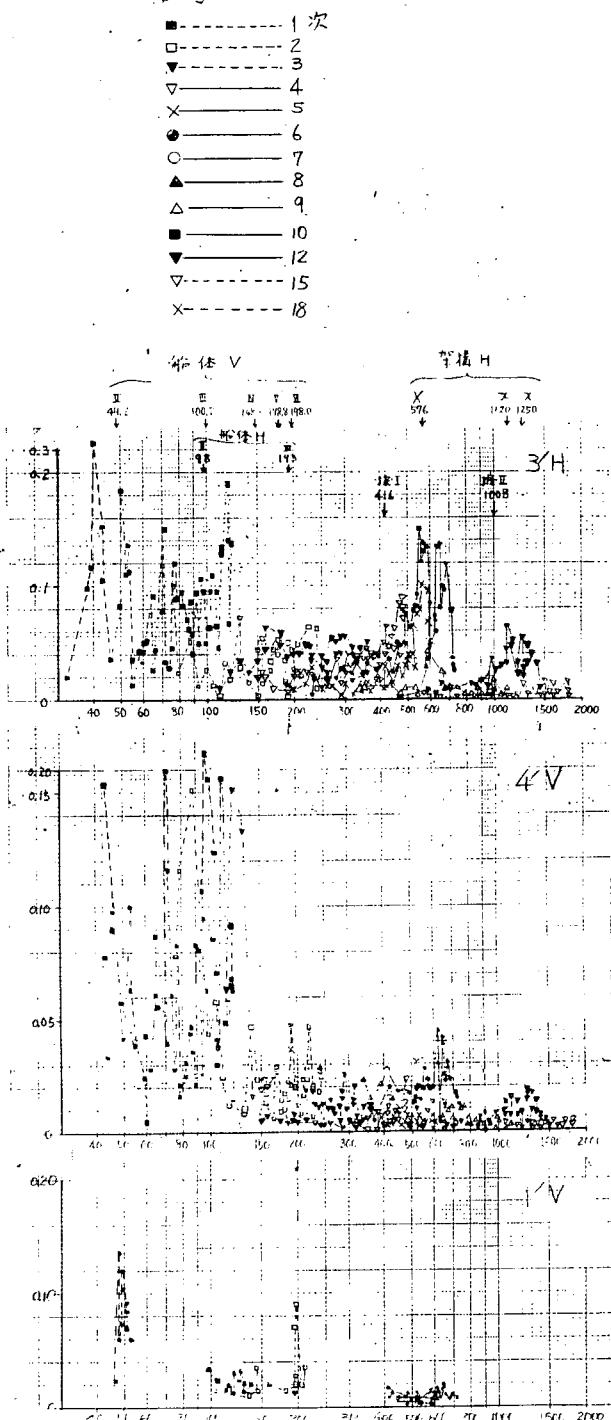


図 1.5.4 機関架構振動と船体振動の関係(半載)

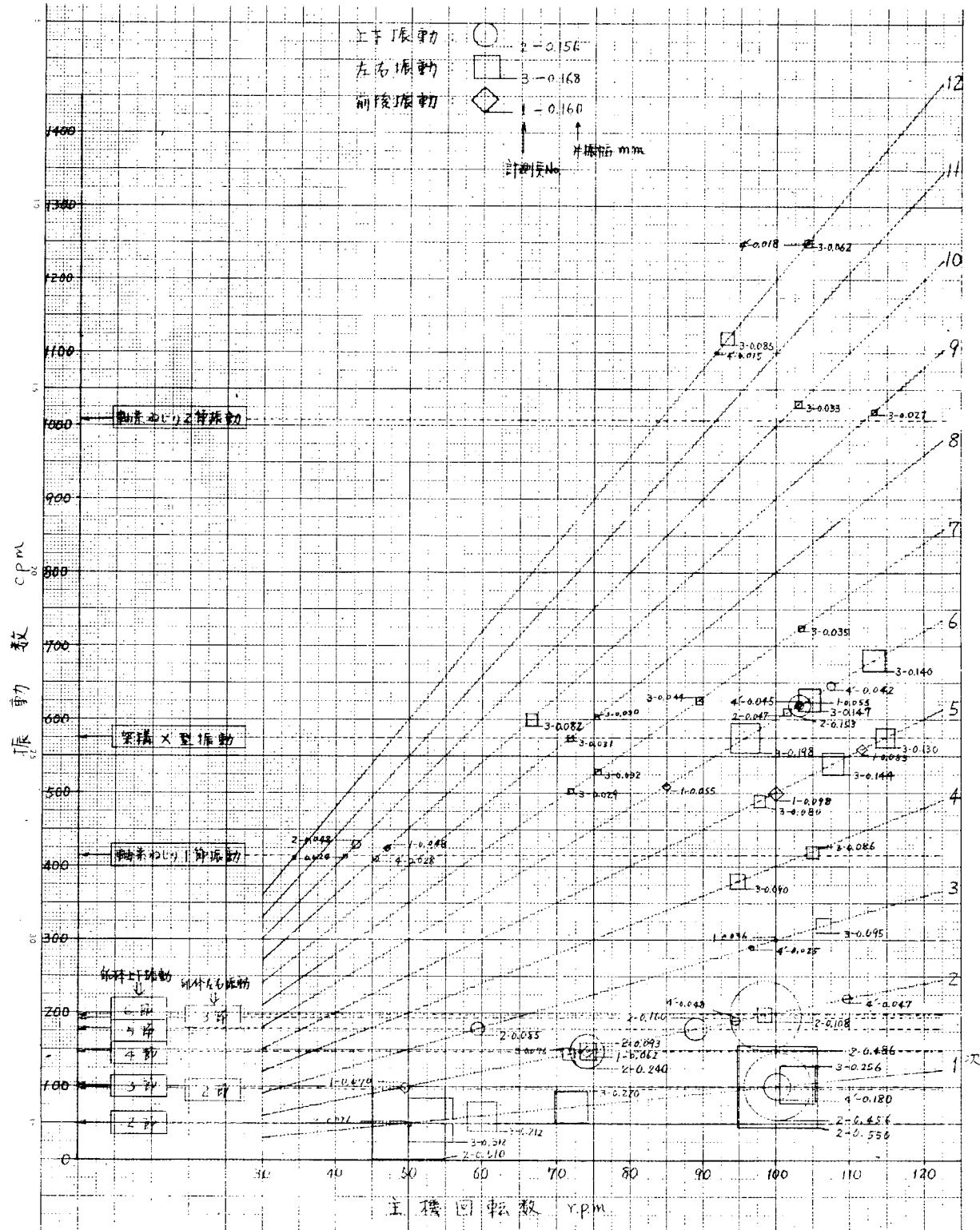


図 1.5.5 機関架構振動と船体振動(半載)

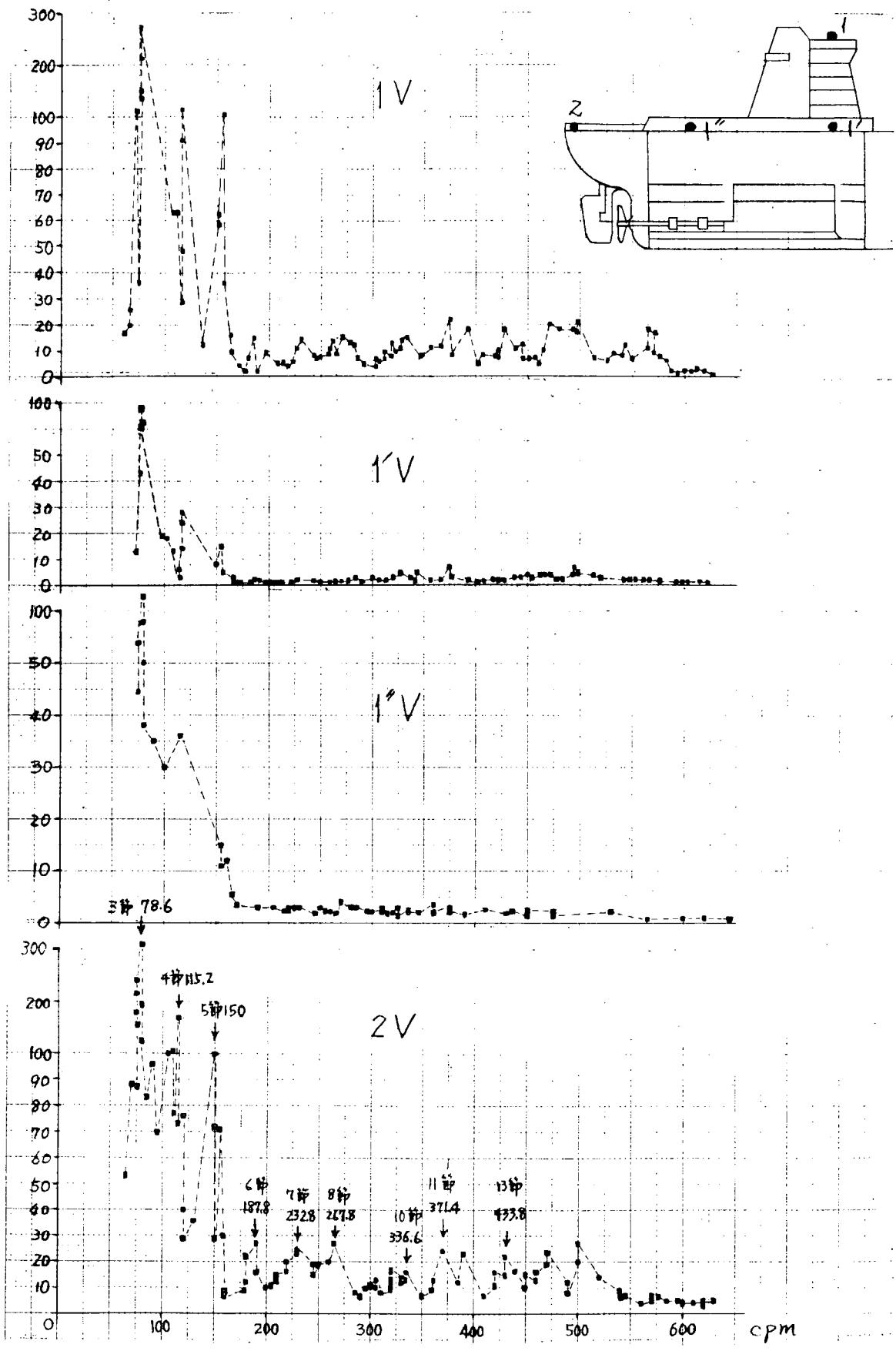


图 1.5.6 船体上下方向起振实验(半载) 单位( $M/Ton$ )

## [ 解析結果 ]

### (1) 海上満載時

- (i) 低次(1~2次)には船体振動のピークがあり振幅も大きい。架構振動もこの影響を受けてそれぞれピークが現れている。
- (ii) 架構X形振動は6次において528 cpmおよび650 cpm付近にピークを有し、これに隣接して船体特に上下振動が船尾端にて0.1 mm(6次)の大きさで現われている。
- (iii) 軸系ねじり1節振動は416 cpmで4次、5次の架構振動に影響を与えている。また船体へ高次の上下振動として影響を与えているようである。
- (iv) 軸系ねじり2節振動も架構に影響を及ぼしているが船体にはかかる高次の振動は発生していない。
- (v) この他に1,300 cpm付近に高次のx形振動と思われるものが架構のみに現れている。
- (vi) 船体上部構造に580 cpm程度の局部振動の固有値が認められる。

### (2) 海上半載時

- (i) 船体振動のピークにおける振幅は全般的に満載時よりも大きい。この影響で機関架構の低次のピークも満載時より振幅が大きい。
- (ii) 架構X形振動は575 cpmにピークがあり満載時より高く、また600~700 cpm付近にも2回のピークがある。これらに対応する船体振動は満載時と同様に現れている。
- (iii) 軸系ねじり1節振動の影響は架構に認められるが船体にも微小な高次のピークとして現れている。
- (iv) 軸系ねじり2節振動の影響は架構に若干認められるが船体には認められない。
- (v) 架構x形と思われるものが1250 cpm付近に12次としてピークを示している。

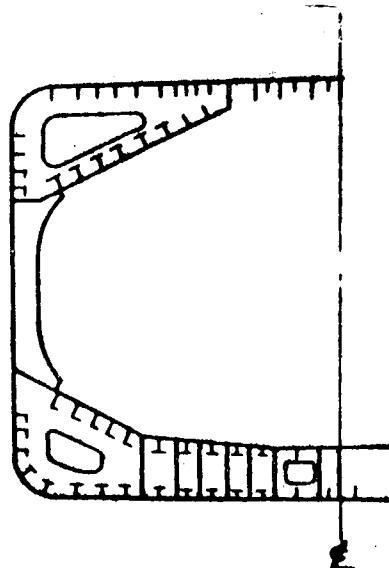
## 1.6 SHIP NO. 41-J

SHIP NO.	41-J
BUILDER	HITACHI

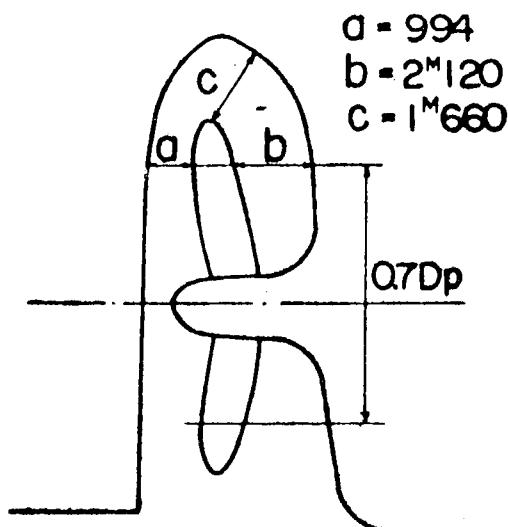
## PARTICULARS OF SHIP

HULL			MAIN ENGINE		
KIND & TYPE		SINGLE TYPE BULK/ OIL/ORE CARRIER	KIND & TYPE		HITACHI B&W 984-VT28F-180
CLASS		N.V.	NUMBER		1
CONSTRUCTION		LONGI SYSTEM	POSITION OF ENG.		AFT
Loa		251 <sup>m</sup> 00	B.H.P.	M.C.O. 20,700	N.O.R. 18,900
Lpp		240 <sup>m</sup> 00	R.P.M. (*MAY.)	*	*
Bmld		32 <sup>m</sup> 30	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub>	
Dmld		18 <sup>m</sup> 90		F <sub>v2</sub>	
dfull		13 <sup>m</sup> 95		F <sub>H</sub>	
Δfull		92,240 LT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub>	74.0 t-m
D.W.		74,107 LT		M <sub>v2</sub>	40.8 t-m
Cb full		0.8415		M <sub>H</sub>	58.0 t-m
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	320,383 <sup>m</sup> <sup>4</sup>	PROPELLER		
	I <sub>H</sub>		NUMBER	1	
WEB AREA	A <sub>v</sub>	23,693 <sup>m</sup> <sup>2</sup>	NUMBER OF BLADES	5	
	A <sub>H</sub>		DIAMETER	6 <sup>m</sup> 550	

SKETCH OF SECTION



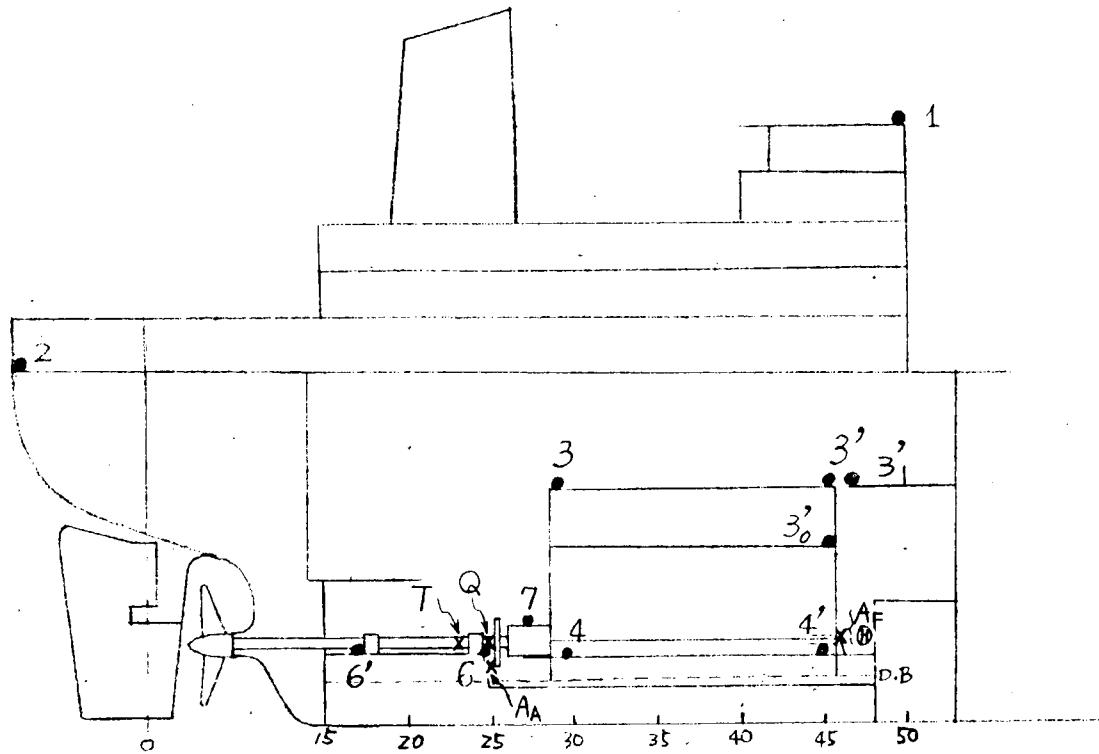
SECTION OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	840 mm	TEST NO.	1	3	2
	PISTON STROKE	1800 mm	LOAD CONDITION	BALLAST		FULL LOAD
	CYL. NUMBER	9	BRACINGS	WITH	WITHOUT	WITH
FIRING ORDER	1-6-7-3-5-8-2-4-9			DATE	FEB. 19'67	FEB. 22'67
				PLACE	OFF MATSUYAMA	
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9 ORDER	9.0	WEATHER	CLOUDY	
		1, 8, 10 "	0.2	SEA CONDI.	SMOOTH	
		2, 7, 11 "	0.48	DEPTH OF WATER	33m	
	X-TYPE	3, 6, 12, 15 "	4.0	Δ test	43.038 LT	
		4, 5, 13, 14 "	1.1	df	4m 824	
		9 "	0.33	dm	6m 903	
OTHER	EXCITING MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION FOR TORQUE HARMONICS AT MCO			da	8m 957	
	H TYPE:	9 ORDER	11 t-m	PROPELLER IMMERSION	69.6 %	
	X TYPE:	5 "	11.3 "		146.5 %	
	"	6 "	27.5 "			
	"	7 "	0.89 "			
	"	8 "	0.86 "			
	"	10 "	0.31 "			

MEASURING POINTS &

DETAIL OF EXCITER			INSTRUMENT			
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	UNBALANCED FORCE TYPE	MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP	
	MAX. EXCIT. FORCE	10t	1※1	L	UNBOUND TYPE	
	DIRECTION OF EXCIT.	VER. & LONG L	2※1	V, L	U-GAUGE ACC.	
ENGINE EXCITER	TYPE OF EXCITER		3 4 3'		IMV-DISPLACEMENT METER	
	MAX. EXCIT. FORCE	—	3' 4※3 (3')	H	VM-3300 LL	
	DIRECTION OF EXCIT.		※2 (37) 6'	L※1		
OTHER DESCRIPTIONS			4	V L※1,2	IMV-DISPLACEMENT METER	
			6"	L※1,2	VM-3200 LL	
※1 : EXCEPT BALL. CONDI. (WITHOUT BRAC- INGS) OF UNDERWAY TEST			4'	V L※1	AKASHI-TELEVIBRO- METER L-1	
※2 : EXCEPT EXCITER TEST			※1,2 (A <sub>F</sub> A <sub>A</sub> )		BEND PLATE STRAIN GAUGE	
※3 : ONLY BALL. CONDI. (WITHOUT BRACINGS) OF UNDERWAY TEST			※1,2 (Q θ)		STRAIN GAUGE -- TELEMETER	
			T※1,2		IMV TORSIONAL VIBRATOR TM-6100	



● VIBRATION MEASURING POINTS OF STRUCTURE

X " OF SHAFT

AF, AA AXIAL VIBRATION

$\textcircled{H}$  TORSIONAL VIBRATION

Q TORQUE

T THRUST

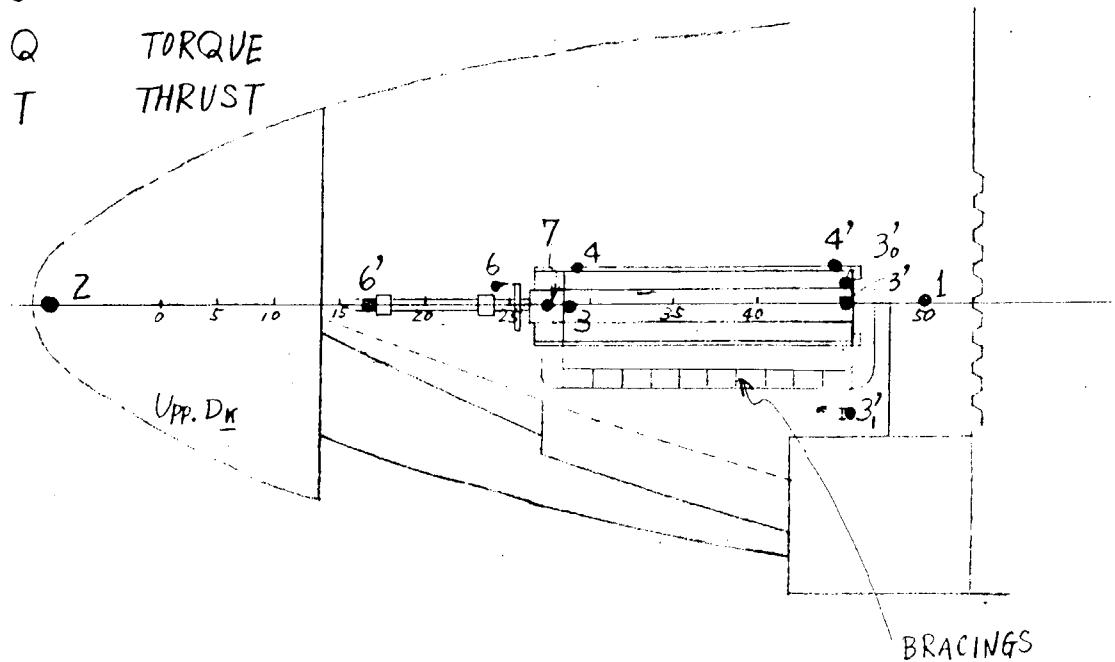


图 1.6.1 MEASURING POINTS

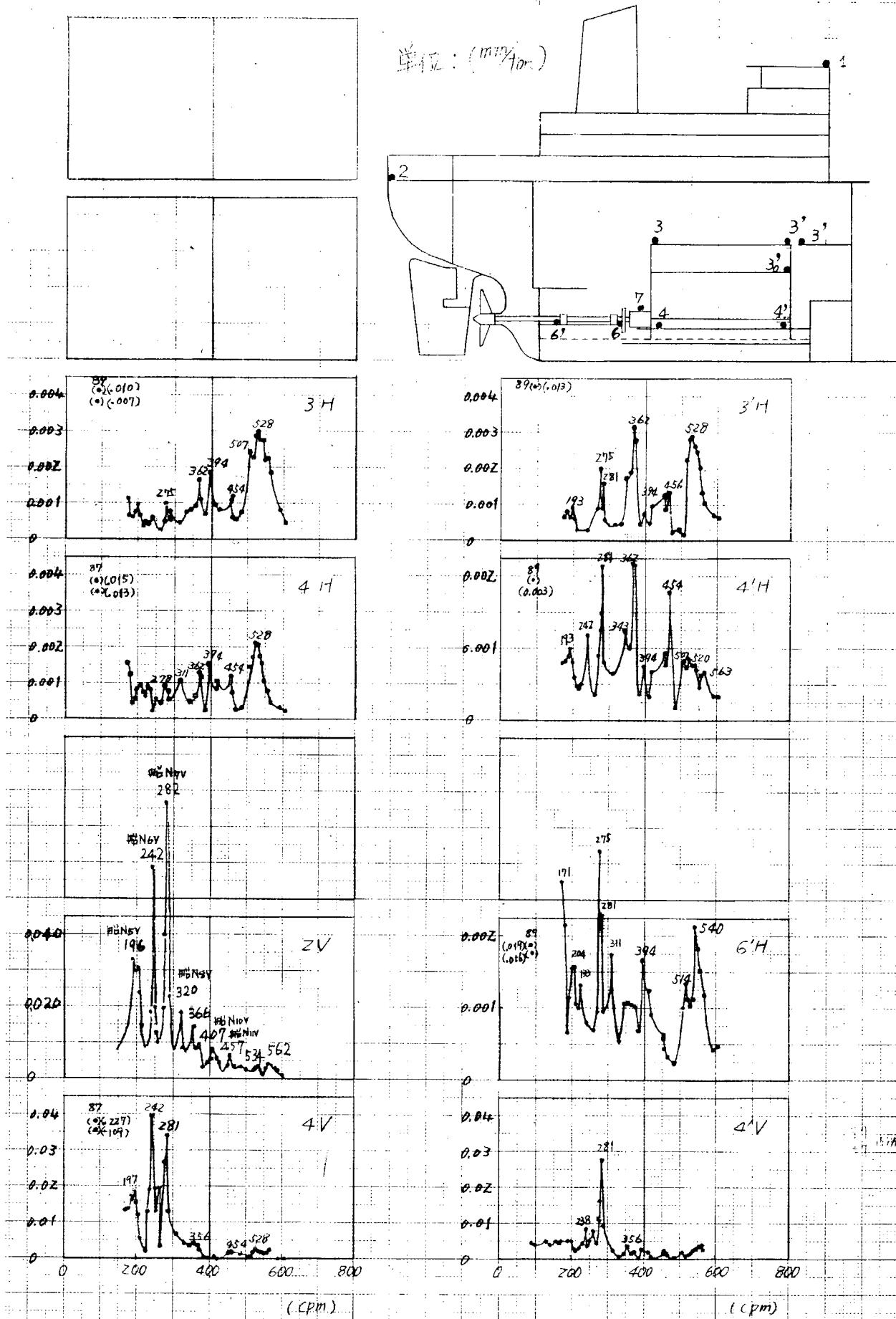


図 1.6.2 船体上下方向起振実験(半載、ブレーシング付き)

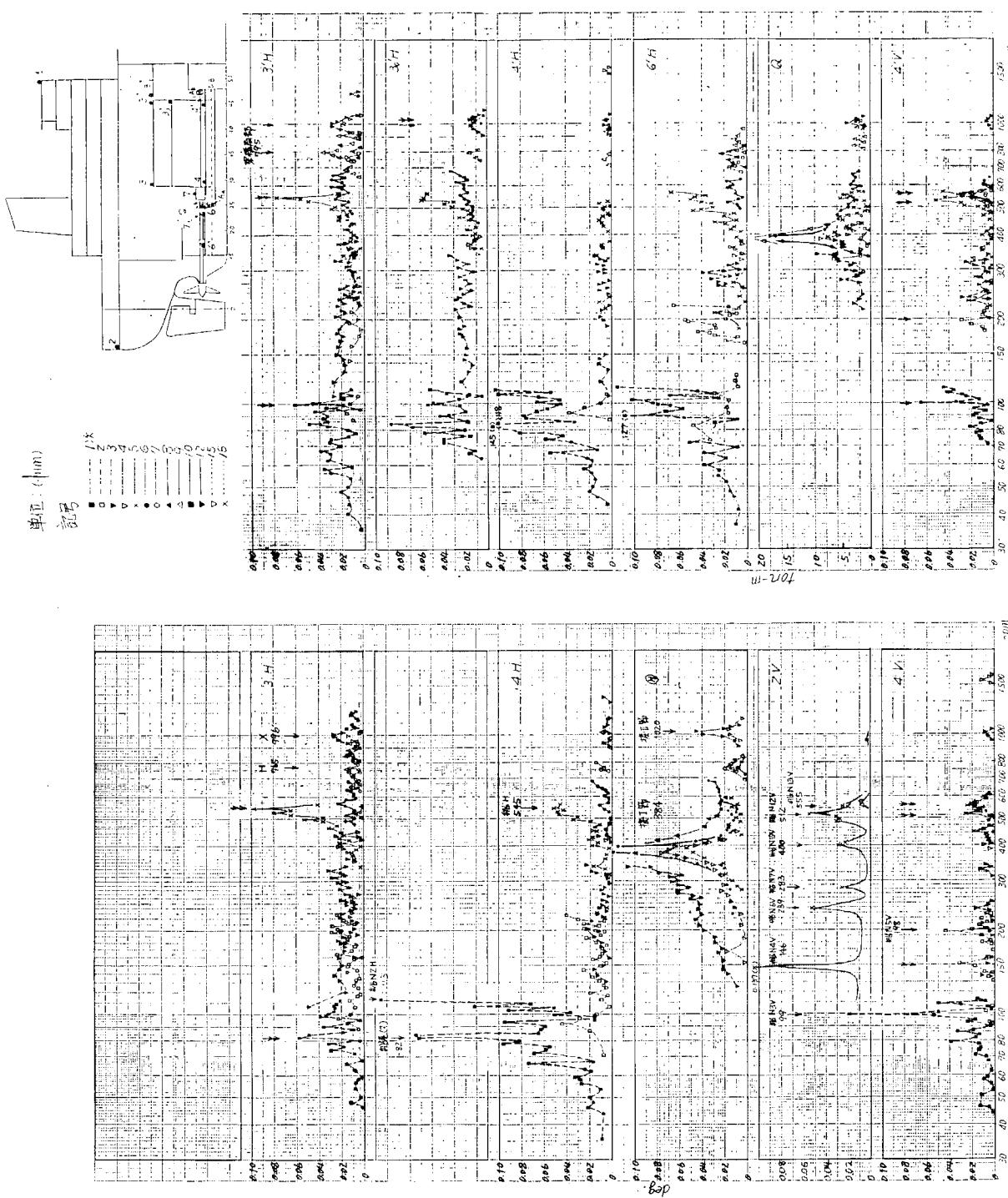


図1.6.3 後梁架構振動と船体振動の関係(半帶、ブレイジング付き)

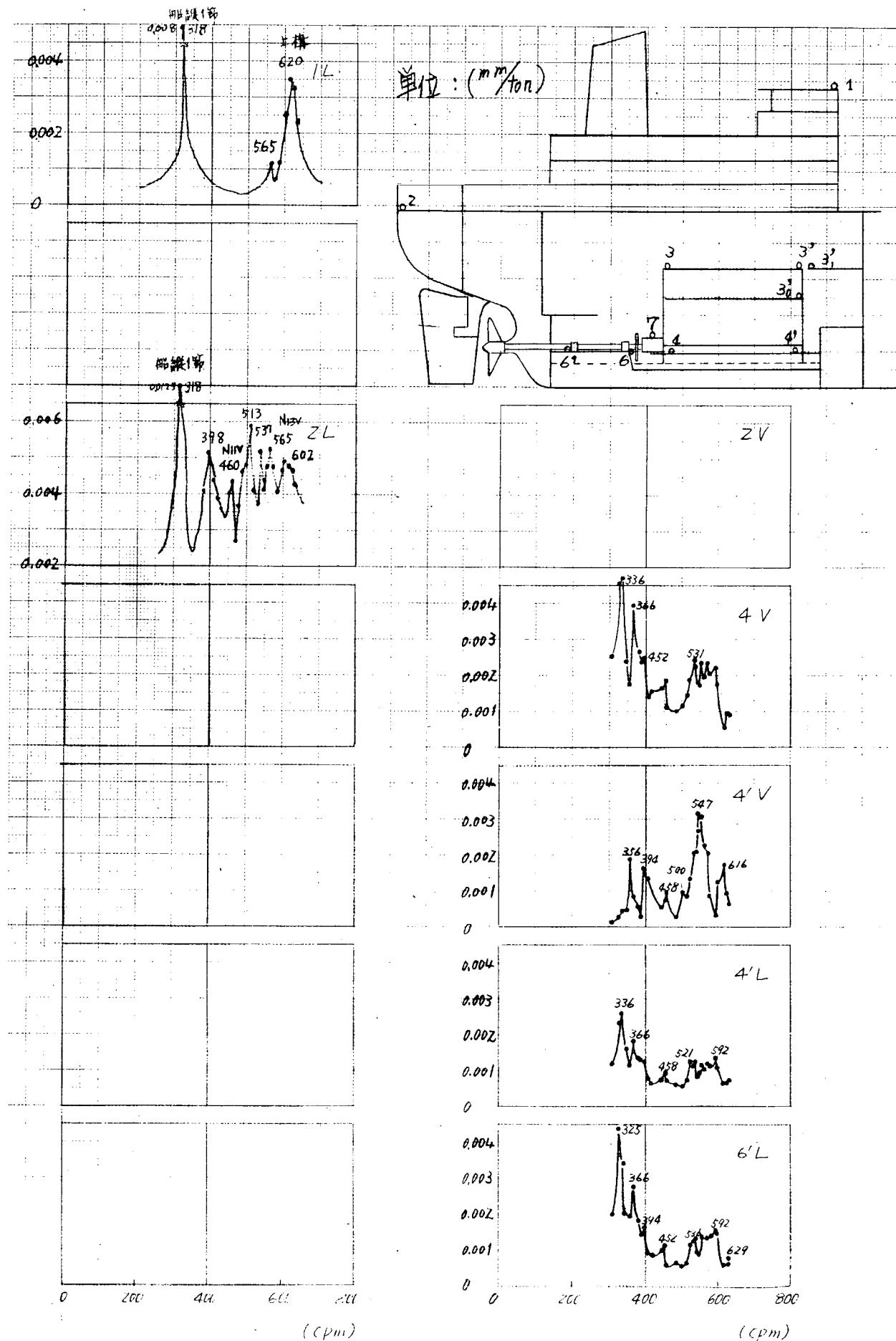


図 1.6.4 船体前後方向起振実験(半載、ブレーシング付き)

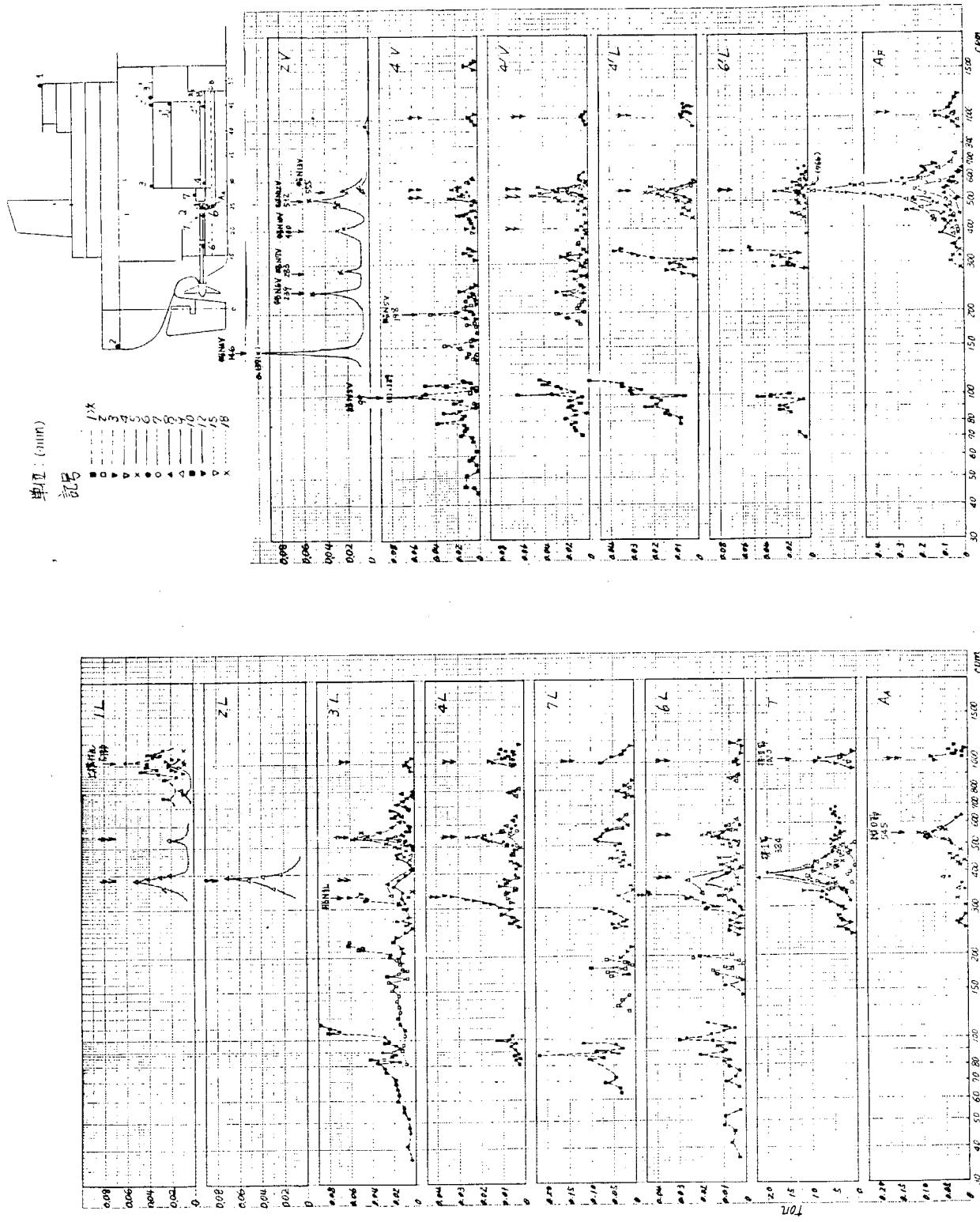


図 1.6.5 動系振動と船体振動の関係(半載、プレーシング行き)

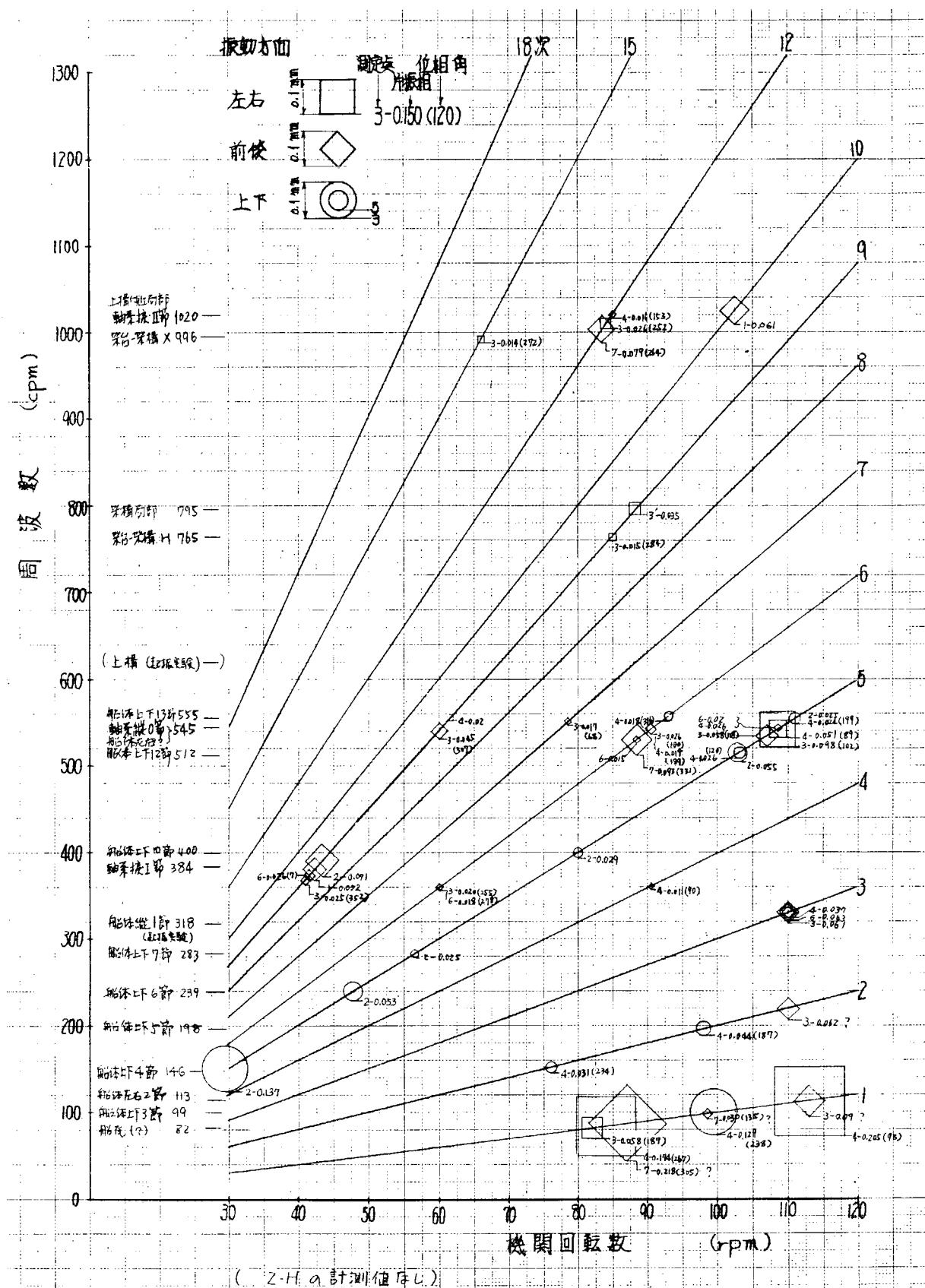


図 1.6.6 ピーク一覧図 (S. No. 41-J、半載、ブレーシング付き、運転時)

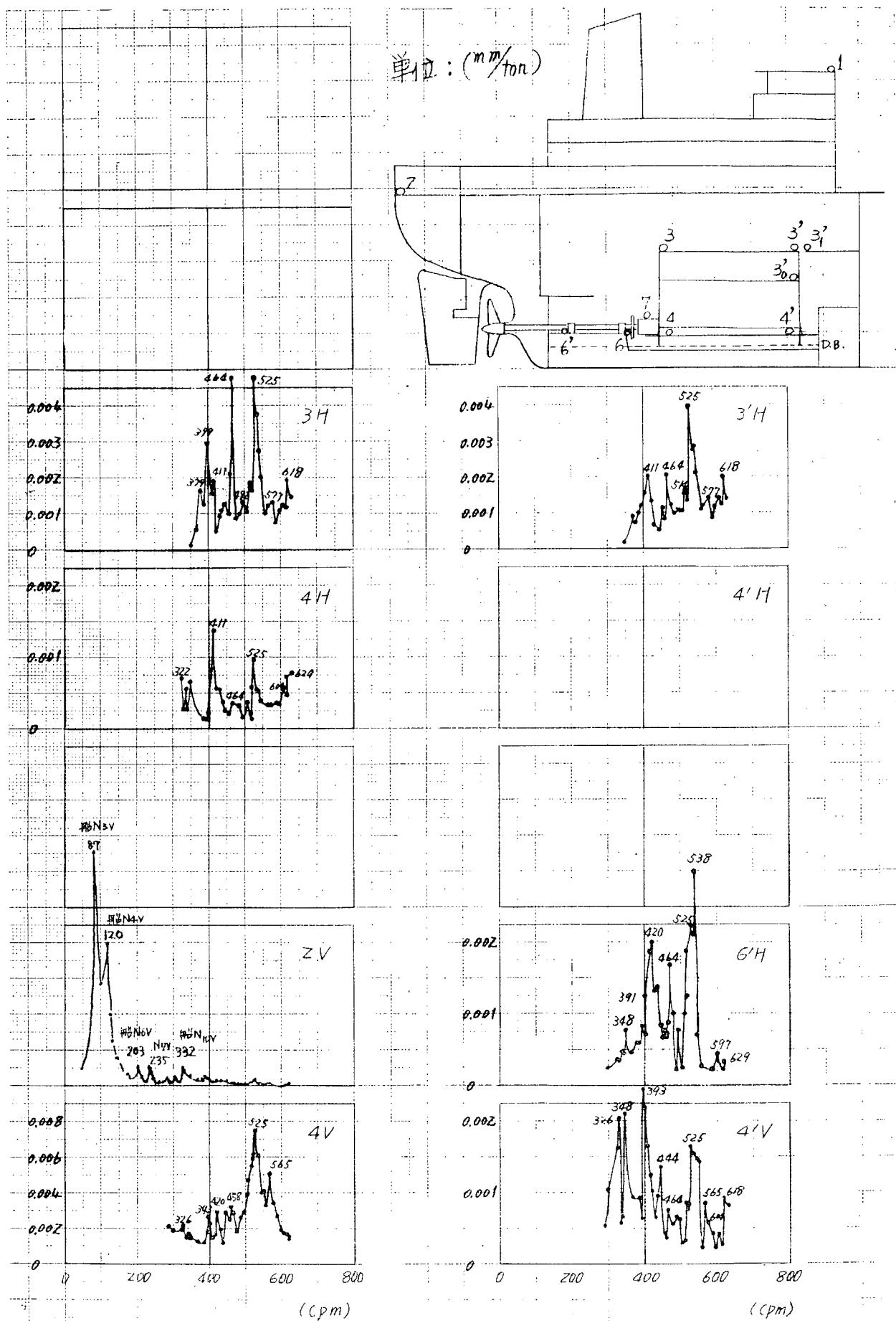


図 1.6.7 船体上下方向起振実験(満載、プレッシング付き)

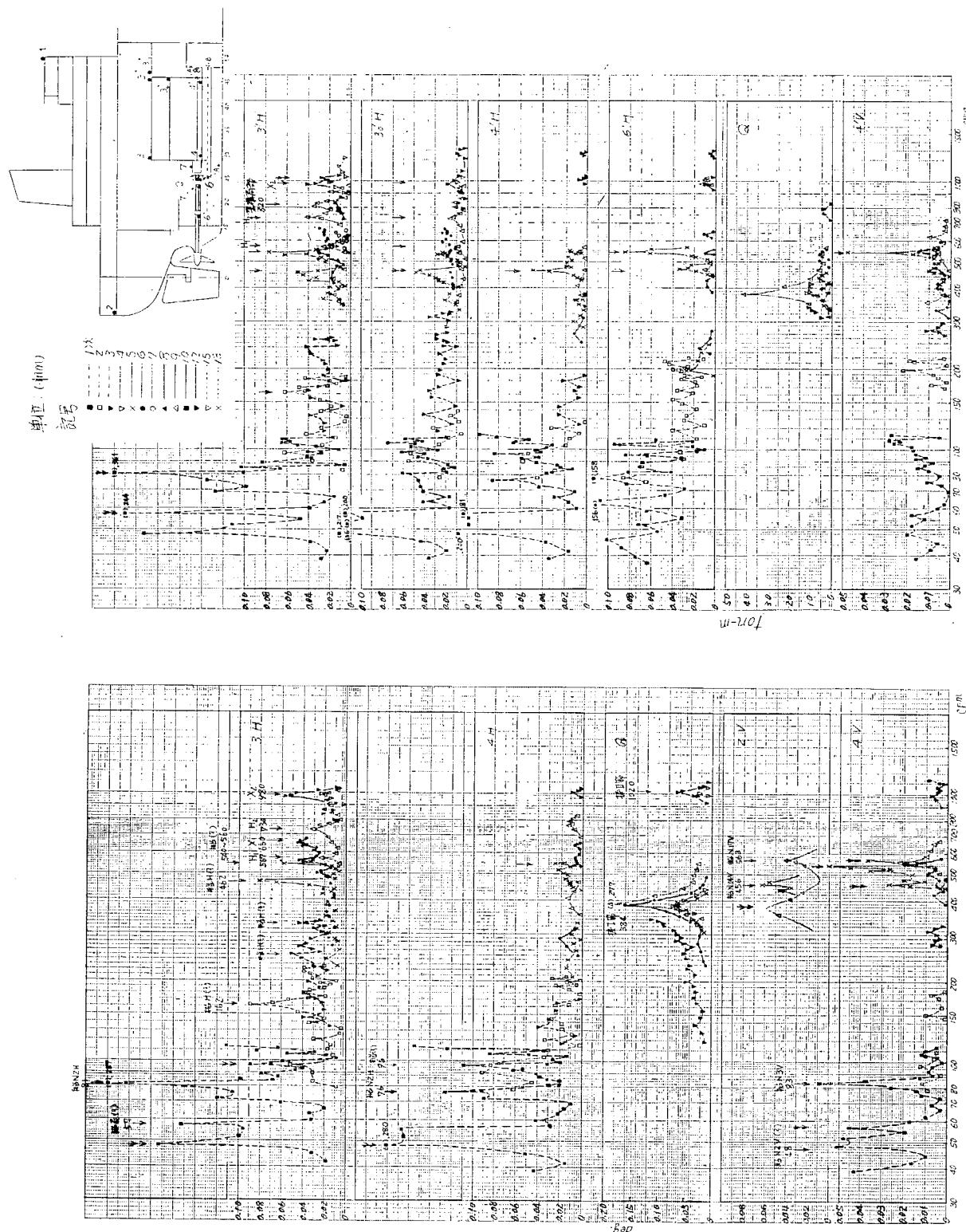


図 1.6.8 機関架構振動と船体振動の関係（満載、ブレーキング付き）

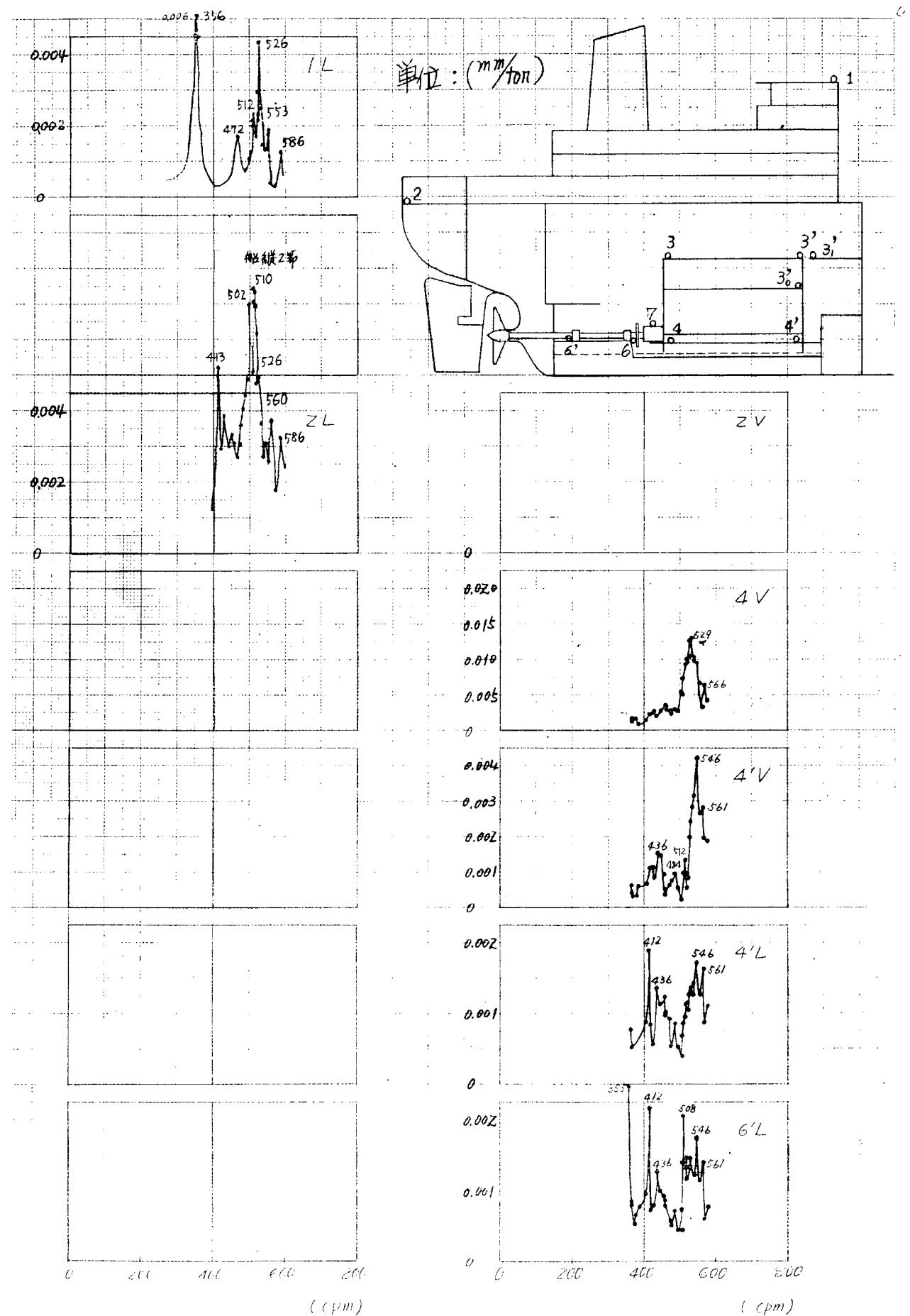
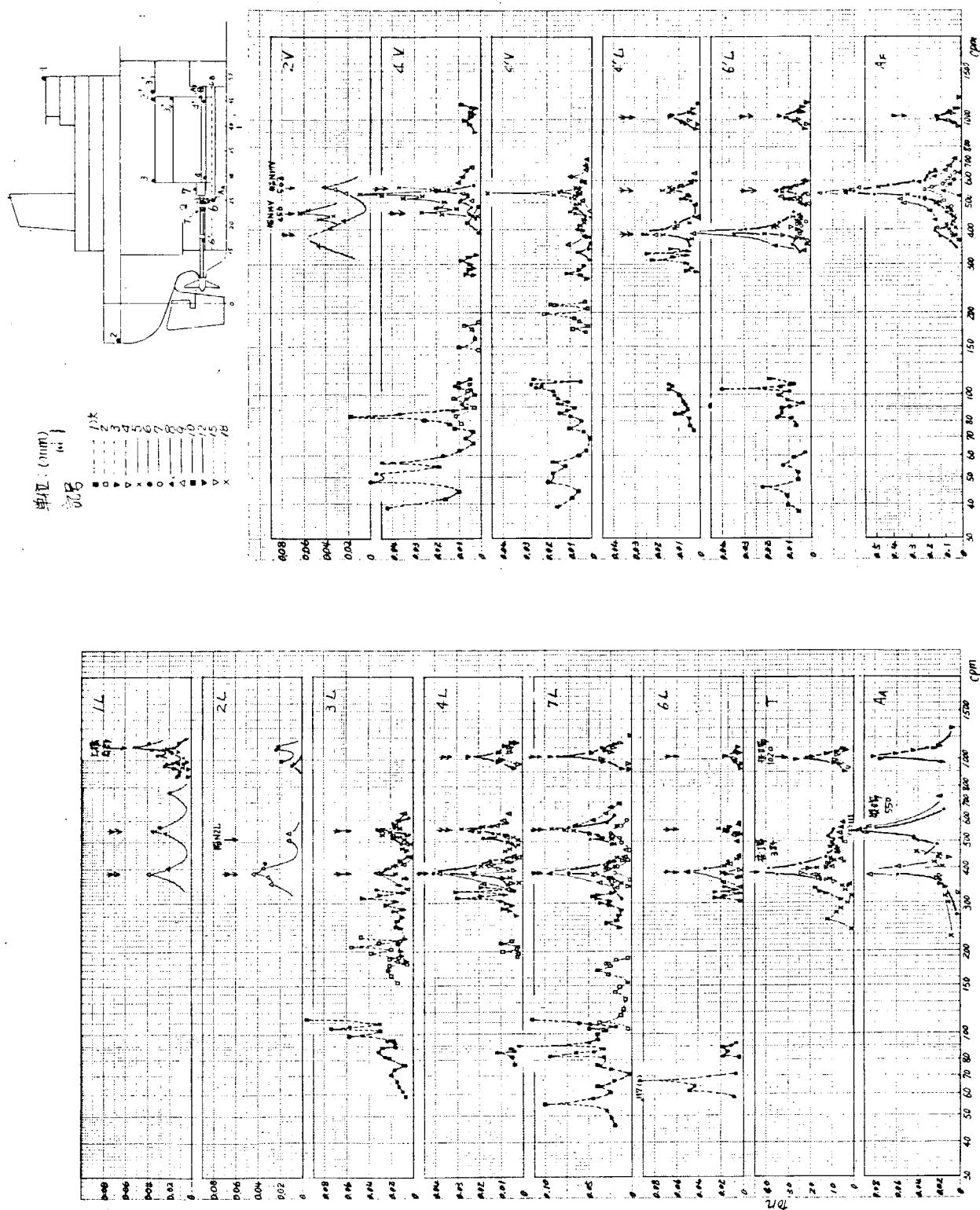


図 1.6.9 船体前後方向起振実験(満載、プレーシング付き)

図 1.6.10 軸系振動と給存振動の関係(滑滞。ブレーシング付き)



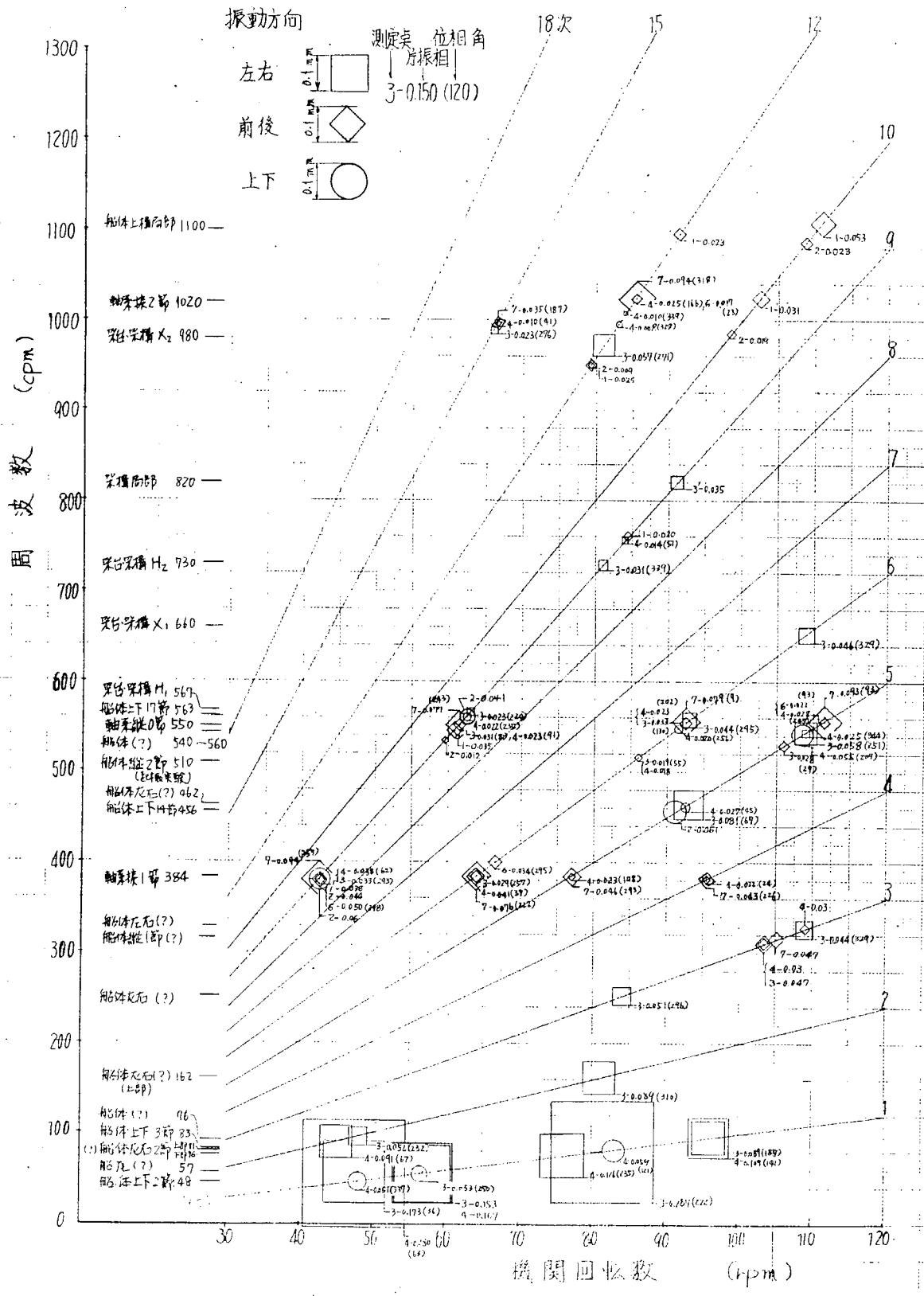


図 1.6.1.1 ピーク一覧図 (S.M.4.1-J 満載、ブレーキング付き、運動時)

半径 (mm)

記号

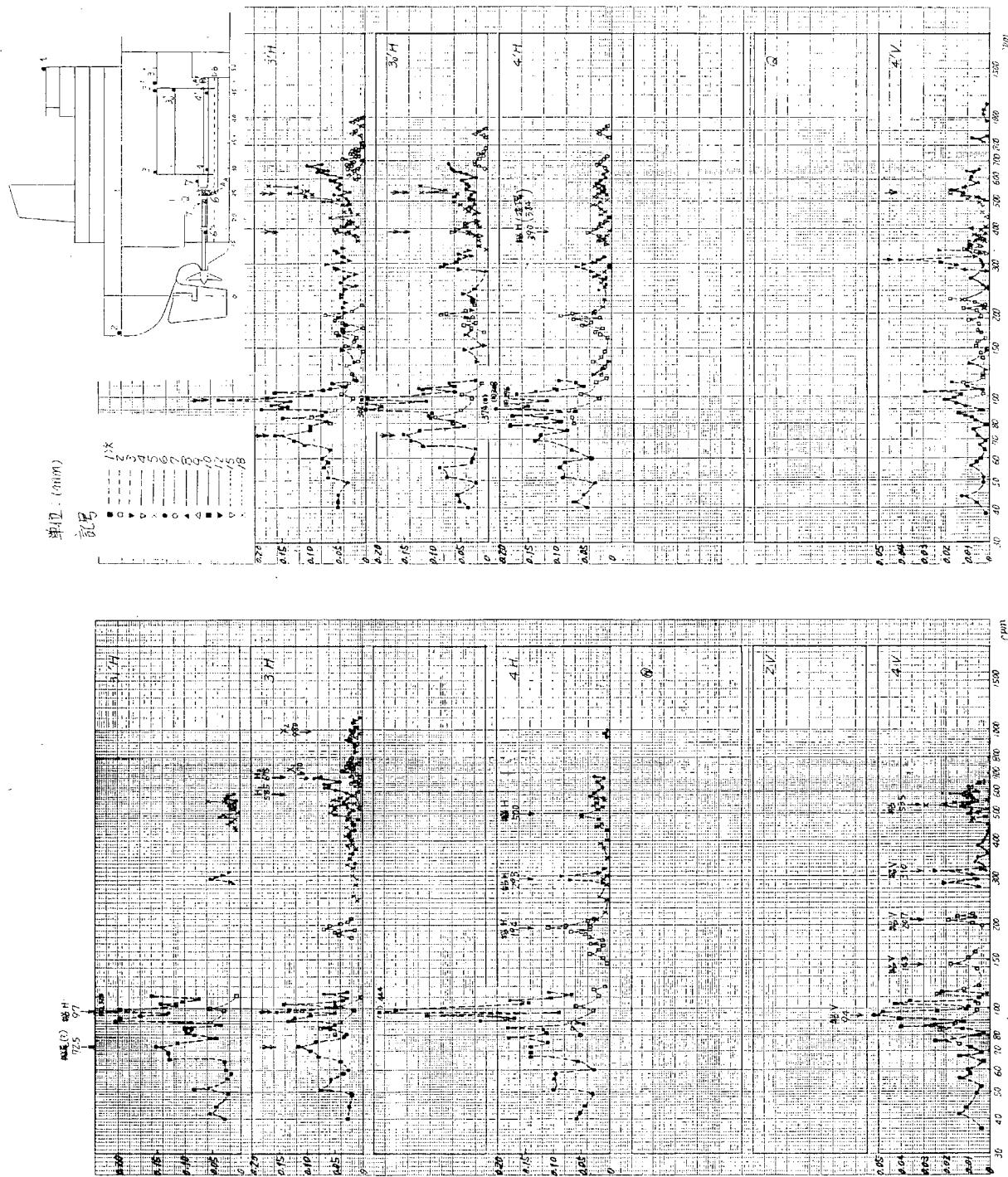


図 1.6.1.2 機関架構振動と歯倅振動の関係(半載、プレーシング除去)

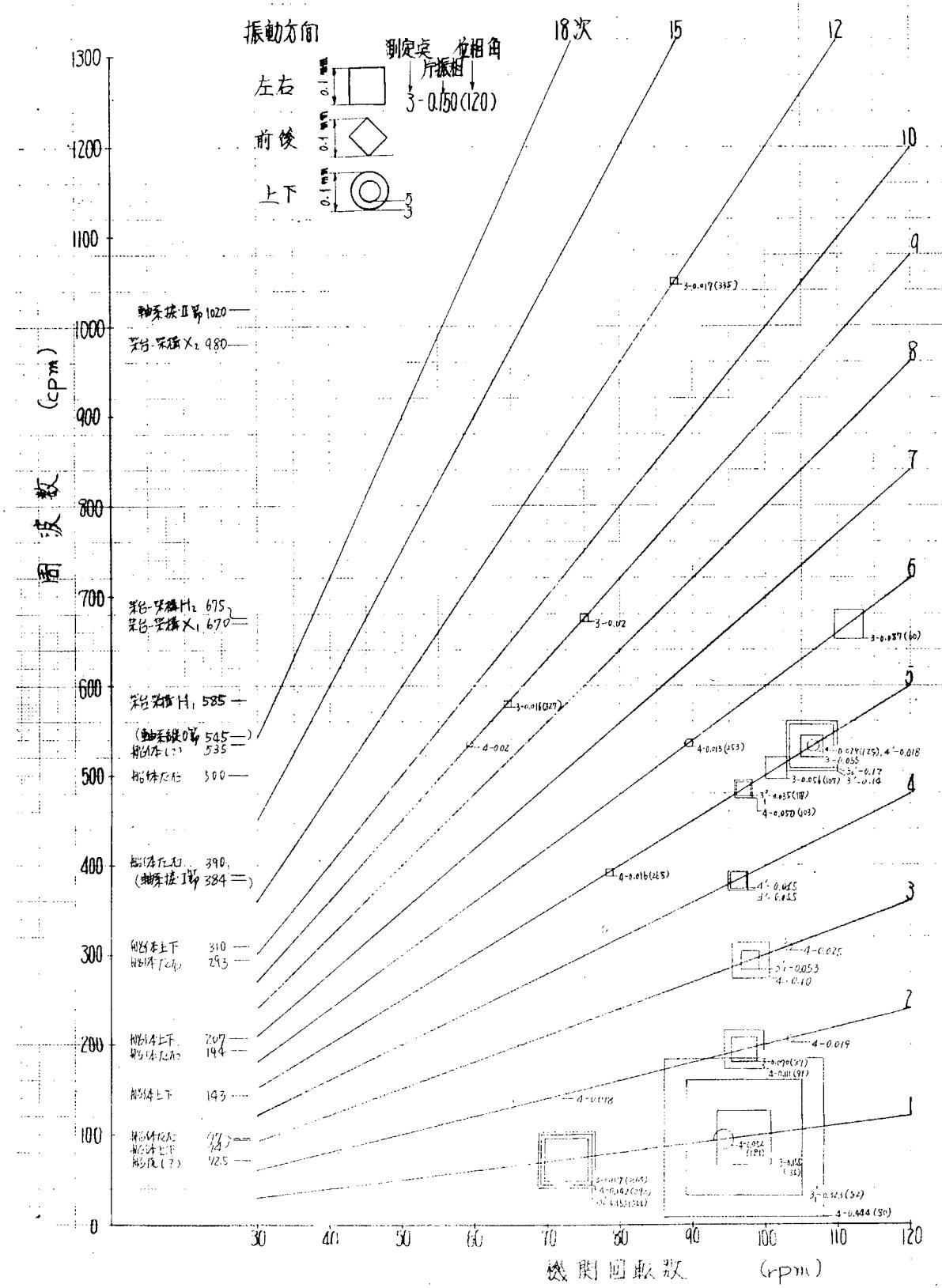


図 1.6.1.3 ピーク一覧図 (S-A641-J 半裁、ブレーキング除去、運転時)

## [機関架構および軸系振動と船体振動の関連の検討]

各実験条件ごとにピークの関連を検討すると次のようになる。

### (1) 半載・プレーシング付き

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) 低次の船体振動が存在するが、それによつて架構横振動も現われる。たとえば、船体左右振動に対しては、82 cpm (船尾振動と推定、1次)で、4Hと3Hの振幅比  $4H/3H = 3.0$ 、113 cpm(船体左右2節、1次)で  $4H/3H = 9.8$  (3Hはピークでなく、4Hのみがピーク)であり、船体左右振動はねじり成分を含んで船底振動がきわめて大きいことを示し、船体上下振動に対しては、99 cpm(船体上下3節、1次)で  $4V/3H = 3.25$ 、146 cpm(船体上下4節、2次)では  $4V/3H = 2.2$ 、198 cpm(船体上下5節、2次)で  $4V/3H = 1.5$  であり、船体上下振動によつてわずかではあるが架構横振動をもたらすことを示す。ただし、146 cpmにおいては、2Vに5次の振動があるが、これによる架構への影響はほとんどない。
- 2) 239 cpm(船体上下6節)、283 cpm(船体上下7節)、400 cpm(船体上下10節)、512 cpm(船体上下12節)、555 cpm(船体上下13節)の5次の振動が2Vに現われているが、それによる架構横振動への影響はほとんどない。
- 3) しかし、545 cpm(船体左右、5次)による影響は架構に現われ、 $4H/3H = 0.53$ 、 $4V/3H = 0.26$  である。このように高次の船体左右振動は、それによつてもたらされる架構横振動のほうが大きい、またこの場合架構自体の固有振動より大きい。
- 4) 330 cpm付近に船体1節縦振動があるが、2Lには顕著に見られない。 $(3L/6' L = 1.2)$
- 5) 上部構造の前後振動の固有振動は、起振実験では620 cpmにあるが、運転時にはほとんど見られない。なお、1,000 cpm付近に上部構造の局部振動と思われる振動が見られる。

#### 架構振動が船体に与える影響

架構H形固有振動(765 cpm、12次)はきわめて小さく、それが船体に与える影響はほとんどない。また架構X形固有振動(996 cpm)が船体に与える影響は  $4'H/3H = 0.26$ 、 $4V/3H = 0.33$  である。ただし、この場合、固有振動数に近い軸系ねじり2節(1020 cpm、12次)の影響を受けている。

#### 軸系振動が船体、機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり1節振動(384 cpm、9次)の影響は船体上下および架構横振動には見られないが、上部構造、上甲板、架構上段前後振動に影響し  $1L/6L = 2.00$ 、 $2L/6L = 2.70$ 、 $3L/6L = 1.00$  となつていて。
- 2) 軸系縦0節振動545 cpm(5次)においては、船体左右振動と重畠して、架構横、前後振動は大きいが、前後方向を見ると  $3L/6L = 3.05$  である。
- 3) 軸系ねじり2節振動(1020 cpm)においては12次の振動が大きく、上部構造前後振動への影響は大きく  $1L/7L = 0.32$  であるが、架構前後、上下振動への影響はそれほど大きくなく  $6L/7L = 0.07$ 、 $4L/7L = 0.21$ 、 $3L/7L = 0.13$ 、 $4V/7L = 0.11$  である。なお、架構横振動に対しては996 cpmでX形の固有振動があるためねじりによる影響は明確でない( $3'H/7L = 0.2$ 程度)。

### (2) 満載・プレーシング付き

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) 低次の船体振動は、架構横振動にも現われ 48 cpmの船体左右振動は1次ではなく57 cpm固有振動による非定常振動であり、 $4H/3H = 1.6$ 、57 cpm 1次振動は船尾振動と思われ  $4V/3H = 0.30$ 、 $4H/3H = 1.1$ 、76~81 cpm(船体左右2節、1次)振動は船底部では76 cpm、架構上部では81 cpmにあり、 $4H/3H = 0.57$ 、96 cpm(船体、1次)振動は  $4H/3H = 1.2$  で、半載プレーシング付きの場合よりも影響は大きく、また、振幅も大きい。
- 2) 456 cpmに船体上下14節の5次の振動があり、また、462 cpmに船体5次の左右振動と思われる振動があるた

め、460 cpm 付近の架構横振動はかなり大きい(4Hにはピークが無く、ねじりを含んだ船体上部の左右振動だろう)。460 cpm 付近において、 $2V/3H=0.8$ 、 $4V/3H=0.34$  である。

- 3) 563 cpm に 9 次の船体上下振動があり、また、550 cpm に軸系縦 0 節振動が誘起(567 cpm 架構 H 形)され、 $1L/3H=1.5$ 、 $4L/3H=1.0$ 、 $2V/3H=1.74$ 、 $4V/3H=0.96$  である。
- 4) 510 cpm に船体 2 節縦振動があり、2L にその小さなピーク(0.012 mm)が現われているが、それによる架構横振動への影響はない。
- 5) 1,100 cpm 付近に上部構造の局部振動と思われる前後振動があるが、そのとき架構横振動は見られない。

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) この場合、架構 H 形、X 形固有振動は二重底との連成によってそれぞれ 2 個存在し、H<sub>1</sub>(567 cpm) は二重底もしくは船体上下振動により生じたと考えられる( $4V/3H=0.96$ )。一方、H<sub>2</sub>(730 cpm、9 次) は架構主体の固有振動で半載プレッシング付きの場合に比べて振幅は大きくなっているが、船体にはほとんど影響を及ぼしていない。
- 2) また、架構 X 形振動のうち架台一架構の固有振動 X<sub>1</sub>、660 cpm(6 次) では二重底の上下振動( $4V$ 、 $4'V$ )にピークが現われておらず、機関室壁部(二重底上)の上下振動測定を行っていないため不明であるが、X<sub>1</sub> は二重底もしくは船体振動により起つたのである。また、架構主体の固有振動(980 cpm、12 次)では  $4H/3H=0.17$ 、 $4V/3H=0.14$  である。ただし、X<sub>2</sub> の場合、1,020 cpm に軸系ねじり 2 節振動(12 次)があるため、その影響を受けて 1,000 cpm 付近における二重底部の振動にピークが現われたと考えられ、架構振動自体が、船体に与える影響はきわめて小さいであろう。

#### 軸系振動が船体・機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり 1 節振動(384 cpm、9 次)により、上甲板前後、上下振動；上部構造、架構前後振動にその影響がわずかに現われ( $1L/7L=0.40$ 、 $2L/7L=0.46$ 、 $3L/7L=0.34$ 、 $4L/7L=0.40$ 、 $2L/7L=0.58$ ) ているが、架構横振動にはあまり影響していない( $3'H/7L=0.16$ )。
- しかし、半載プレッシング付きの場合に比べて上部構造、上甲板前後振動に対する影響は減少している。  
(6L の振幅は満載のほうが半載より大きい) なお、 $6L/7L=0.53$  である。
- 2) 軸系縦 0 節振動 550 cpm、(5 次)においては船体振動の影響も受けて二重底上下、横振動および架構横振動が大きいが、前後方向を見ると  $6L/7L=0.24$ 、 $4L/7L=0.30$ 、 $3L/7L=0.30$  である。また、9 次においては  $1L/7L=0.45$ 、 $2L/7L=0.16$  である。なお、半載、プレッシング付きの場合よりもその振幅比は減少している。
- 3) 軸系ねじり 2 節振動(1,020 cpm、12 次)により、上部構造および二重底振動にその影響が現われ、 $1L/7L=0.23$ 、 $4L/7L=0.26$  である。また、上下振動には  $4V/7L=0.09$  できわめて小さい。なお、980 cpm に架構 X 形固有振動があるため架構横振動への影響は渺茫でないが、 $4H/7L=0.1$  (架構振動の影響も含まれている) より考えると架構横振動への影響はわずかであろう。なお、半載、プレッシング付きの場合より船体への影響はわずかに小さくなっている。

#### (3) 半載・プレッシング除去

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) この場合(1)に比較すると振幅が 2 倍以上に増大し、ことに低次の船体振動ではプレッシングを除くことにより、架構、架台とも振幅は大きくなるが、振幅比は小さくなっている。すなわち、低次の船体振動による架構横振動がプレッシングを受けたときよりも大きく現われている。

振幅比は 72.5 cpm(船尾、1 次) で  $31'/3H=1.29$ 、 $4H/3H=1.21$

94 cpm(船体上下、1 次) で  $31H/3H=1.8$ 、 $4H/3H=3.25$ 、 $4V/3H=0.52$  (ただし、 $3H$  はピークでない)。

97 cpm(船体左右、1 次) で  $31H/3H=2.08$ 、 $4H/3H=2.85$

である。

- 2) 535 cpmにおいて二重底上下振動に5次のピークがあるが、軸系縦0節振動(545 cpm)の影響も受けて架構横振動にピークが現われている。 $(4V/3H=0.52)$
- 3) 500 cpmにおいて船体左右振動があるが、架構はこれらの影響をかなり受けている。 $(3_1H/3H=0.52, 4H/3H=0.85)$

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) 架構H形振動は(2)と同様2個現われている。 $H_1(585\text{ cpm})$ は二重底もしくは船体の上下振動により生じたものと考えられ、 $4V/3H=1.1$ となり4Vの振動が大きい。  
また、 $H_2(675\text{ cpm})$ は架構主体の固有振動と思われ、その振幅は小さく船体への影響はほとんどみられない。
- 2) 架構X形振動も2個( $670\text{ cpm}, 980\text{ cpm}$ )現われているが、これらの船体に及ぼす影響はほとんどみられない。次に実験条件による検討を行なうと次のようになる。
  - 1) 架構H形固有振動は二重底との連成によつてH形、X形とも2個ずつ現われている。架構H形固有振動は半載、プレーシング除去の場合 $585\text{ cpm}, 675\text{ cpm}$ 、満載、プレーシング付きの場合 $567\text{ cpm}, 730\text{ cpm}$ に現われている。これらのうち $585\text{ cpm}, 567\text{ cpm}$ は二重底もしくは船体の上下振動により生じたもので、 $675\text{ cpm}, 730\text{ cpm}$ は架構自体の固有振動であろう。また、半載、プレーシング付きの場合は架構の固有振動 $765\text{ cpm}$ のみが現われている。  
ここで、架構の固有振動を比較すると、半載でプレーシングを付けると振動の剛性が高まり振動数も13.4%上昇。  
また、プレーシング付きの状態で半載より満載にすると付加水重量の影響で4.6%振動数が低下する。
  - 2) 架構X形固有振動もH形と同様、半載プレーシング除去で $670\text{ cpm}, 980\text{ cpm}$ 、満載プレーシング付きで $660\text{ cpm}, 980\text{ cpm}$ に現われ、また、半載プレーシング付きで $996\text{ cpm}$ に現われている。ここで、架構の固有振動の比較をすると半載でプレーシングを付けると1.6%振動数が上昇し $996\text{ cpm}$ になり、プレーシング付きの状態で満載にすると1.6%振動数が低下し $980\text{ cpm}$ になる。
  - 3) 振幅においてはプレーシングによる効果が現われ、プレーシングを付けることにより大巾に架構、船体(二重底)横方向振幅は減少する。
  - 4) 低次の船体振動による架構の横振動はプレーシング付きの場合半載より満載のほうが影響が大きい。
  - 5) 軸系振動による上部構造、上甲板の前後振動および架構横振動は満載のほうが影響が小さい。
  - 6) 軸系ねじり振動は船体上部、ことに上部構造の前後振動に影響を与え、また、ねじり2節振動は架構X形固有振動に近いことも原因して架構横振動に与える影響は大きい。

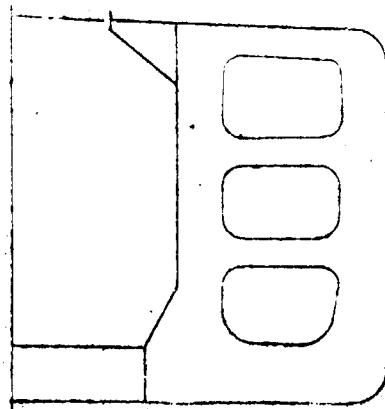
1.7 SHIP NO. 42-G

SHIP NO.	42-G
BUILDER	I.H.I.

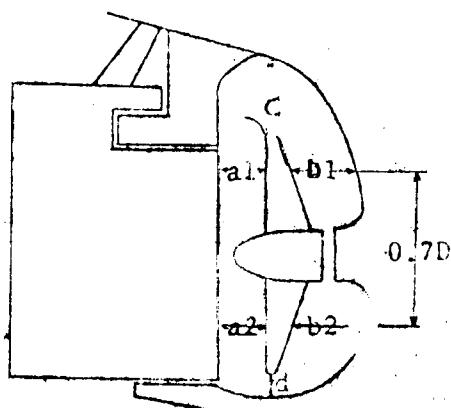
PARTICULARS OF SHIP

HULL			MAIN ENGINE		
KIND & TYPE	ORE/OIL CARRIER		KIND & TYPE	IHI SULZER 10RD90	
CLASS	NK		NUMBER	1	
CONSTRUCTION	LONG SYSTEM		POSITION OF ENGINE	AFT	
Loa	249.90 m		B.H.P.(MCR)	23,400PS	
Lpp	240.00 m		R.P.M.(MCR)	122	
Bmld	38.94 m		UNBALANCED FORCE	F <sub>V1</sub>	
Dmld	19.50 m			F <sub>V2</sub>	
d full	13.50 m			F <sub>H</sub>	
Δ full	106.326KT		UNBALANCED MOMENT	M <sub>V1</sub>	
D.W.	84.200KT			M <sub>V2</sub>	
Cb full	0.816			M <sub>H</sub>	
MOMENT OF INERTIA	I <sub>V</sub>	3.369m <sup>4</sup>	PROPELLER		
WEB AREA	I <sub>H</sub>	—	NUMBER	1	
	A <sub>V</sub>	1.307m <sup>2</sup>	NO. OF BLADES	5	
	A <sub>H</sub>	2.215m <sup>2</sup>	DIAMETER	6.600m	

SKETCH OF  $\otimes$  SECTION



SKETCH OF SCREW APERTURE



a1 = 1.180M. 0.179D  
 a2 = 1.180M. 0.179D  
 b1 = 1.800M. 0.273D  
 b2 = 1.770M. 0.269D  
 c = 2.160M. 0.327D  
 d = 0.700M. 0.106D

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	900 mm	TEST NO.	1	2	
	PISTON STROKE	1550 mm	LOAD CONDI.	BALLAST	FULL LOAD	
	CYL. NUMBER	10		(NO LOAD)		
FIRING ORDER	10-4-3-8-7-1-9-5-6-2		DATE	SEP. 9 <sup>TH</sup> '69	SEP. 24 <sup>TH</sup> '67	
			PLACE	AIOI	OFF WAKAYAMA	
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-Type	10,20 ORDER 10.000	WEATHER	FINE	FINE	
	X-Type	1,9,11,19 " 0.1426	SEA CONDI.	SMOOTH	SMOOTH	
		2,8,12,18 " 0.0838	DEPTH OF WATER	ABT. 6m	ABT. 100m	
		3,7,13,17 " 3.3956	△ TEST	19,100KT	106.253KT	
		4,6,14,16 " 1.9119	df	--	13.28m	
		5,15 " 3.4941	dm	--	13.55m	
		10,20 " 0.0000	da	--	13.42m	
			PROPELLER IMMERSION	--	136%	
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINT & INSTRUMENT			
			MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINT	TYPE OF PICK UP	
			1w	LH	1	
			2	LHV	1	
			5"	V	1	
					+ SHAPE DISP. METER	
					U GAUGE ACC. METER	
			3	HL V	1	
			4	HL V	1	
			A <sub>F</sub>	L	1	
					IMV. DISP.	
					VM3300L	
					BEND PLATE STRAIN GAUGE	

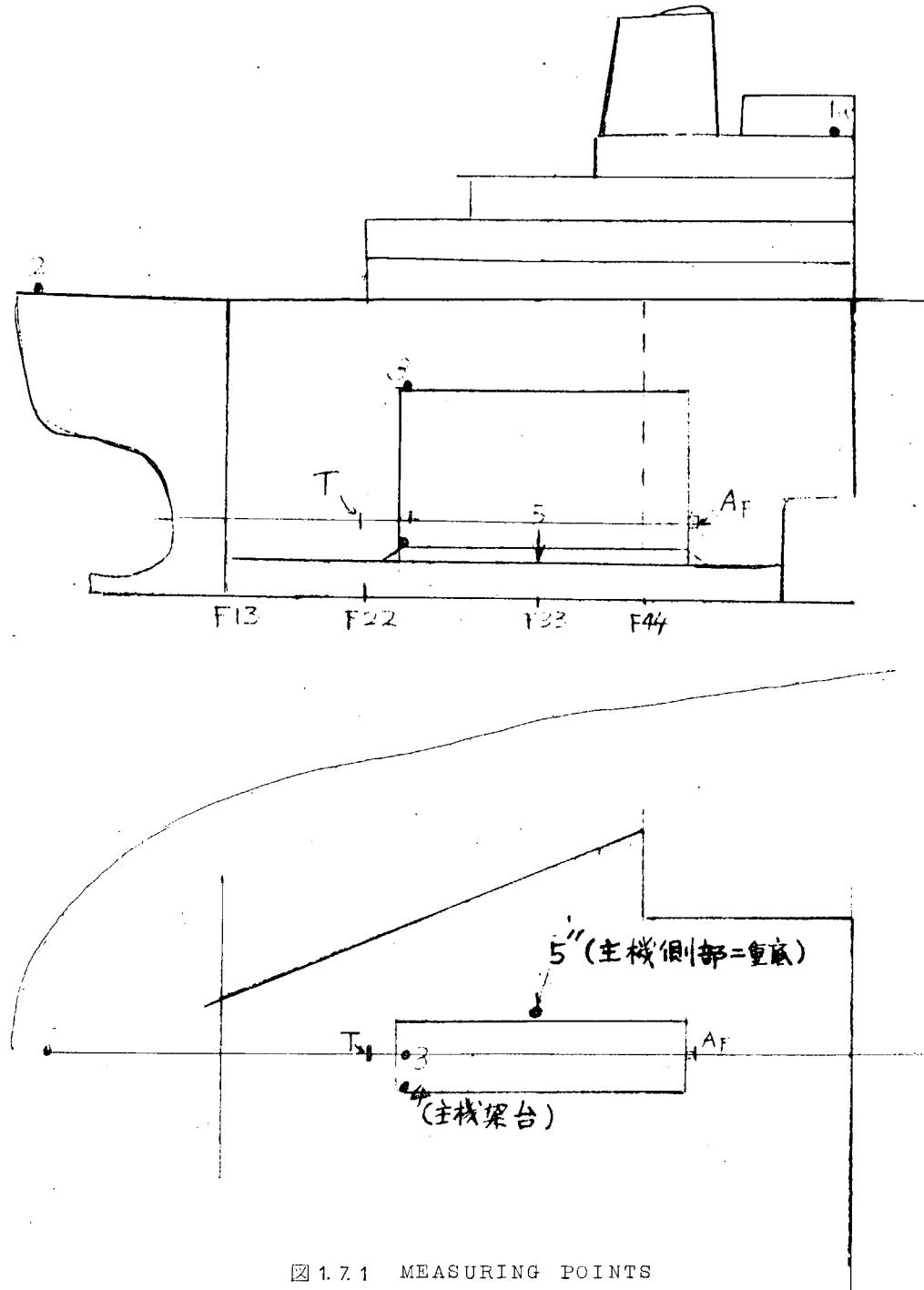


図 1.7.1 MEASURING POINTS

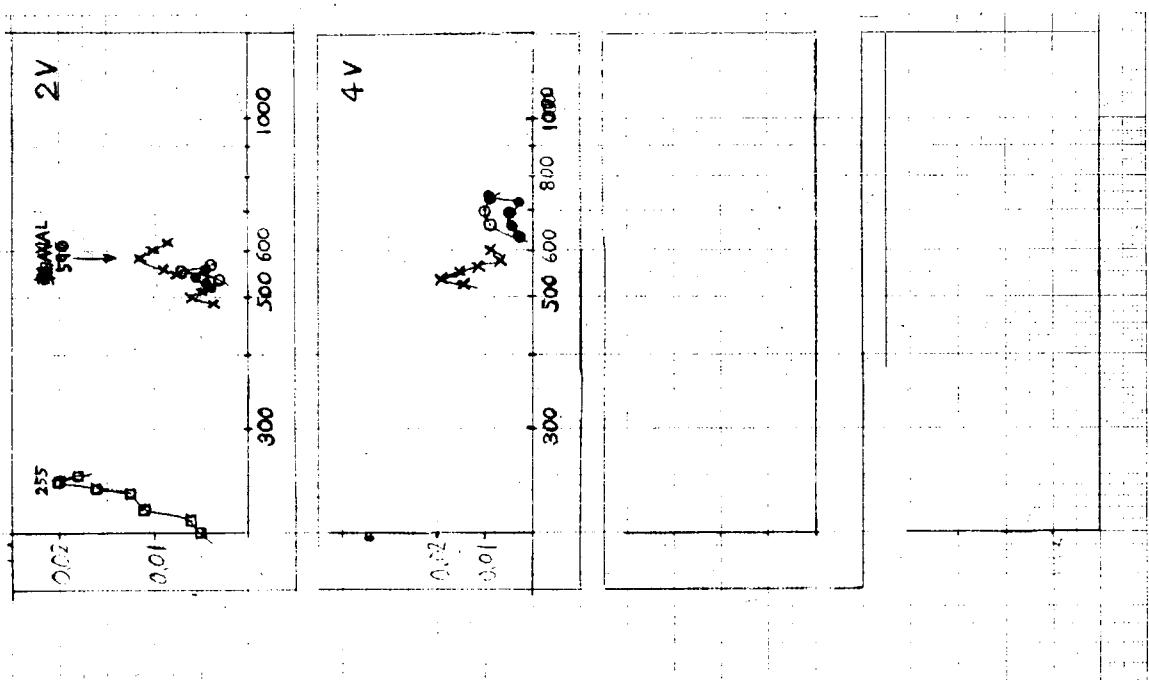
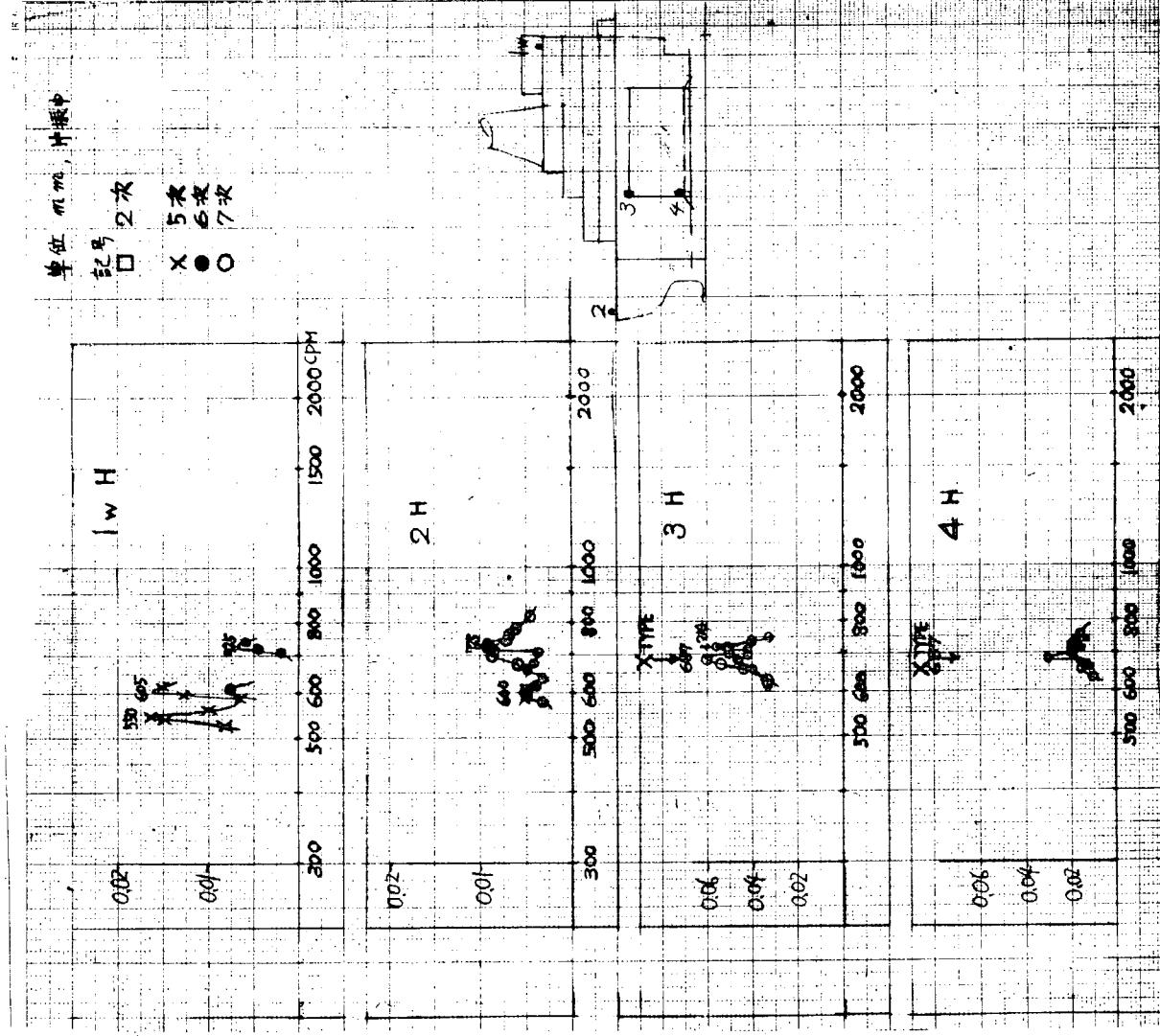
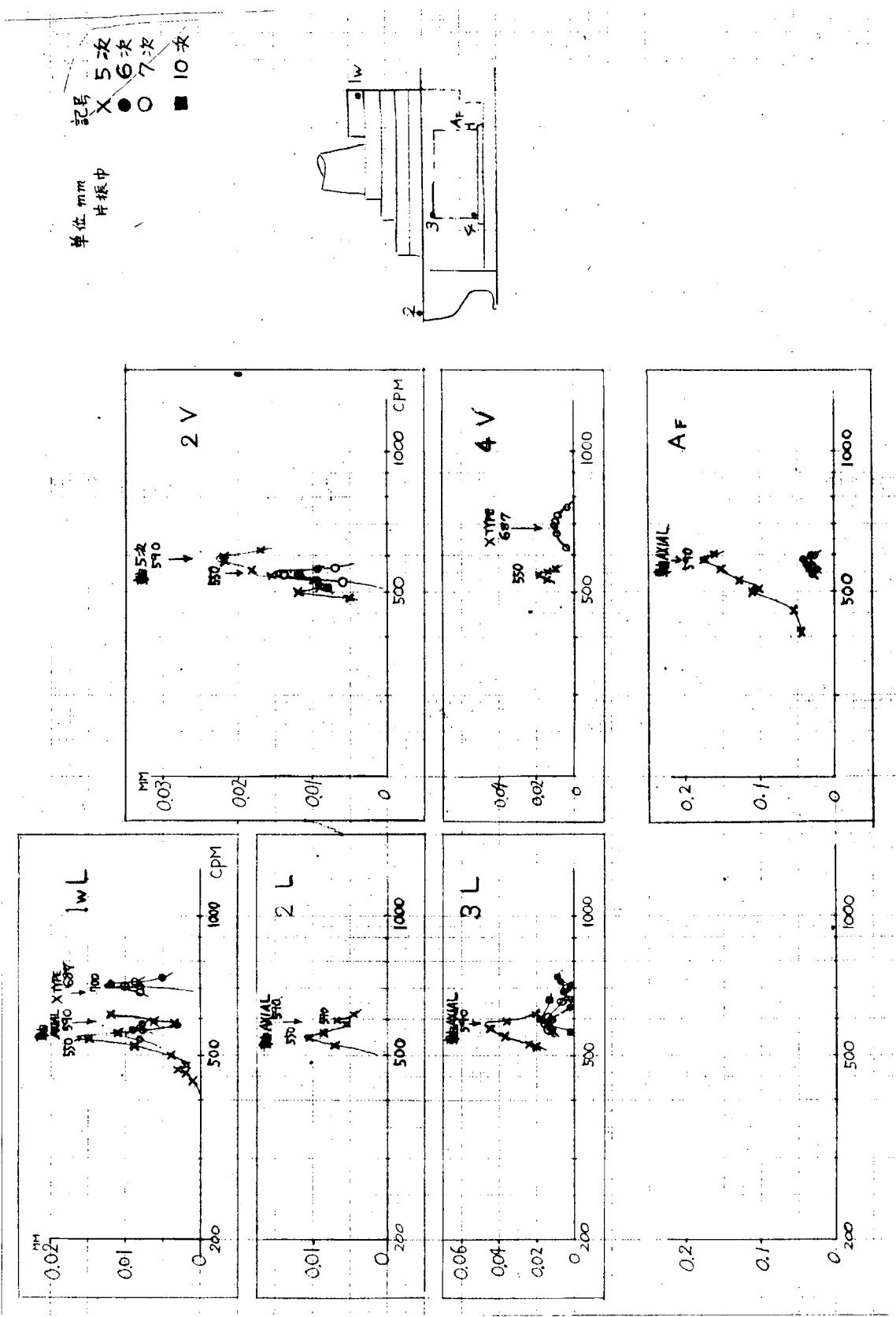


図 1.7.2 機関架構振動と船体振動 (TEST NO.1 BALLAST NO LOAD)



TEST NO. 1  
BALLAST NO LOAD

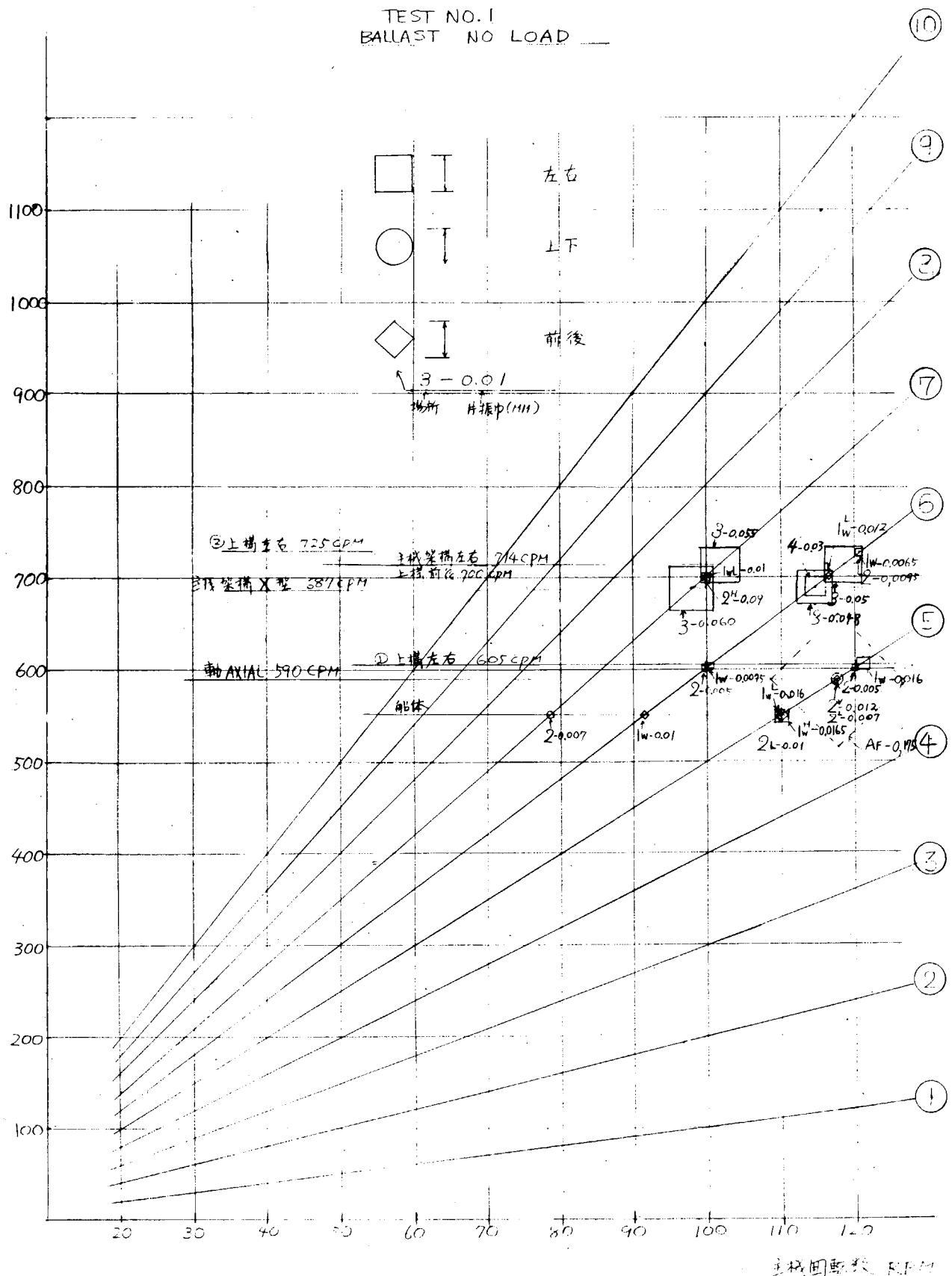


図 1.7.4

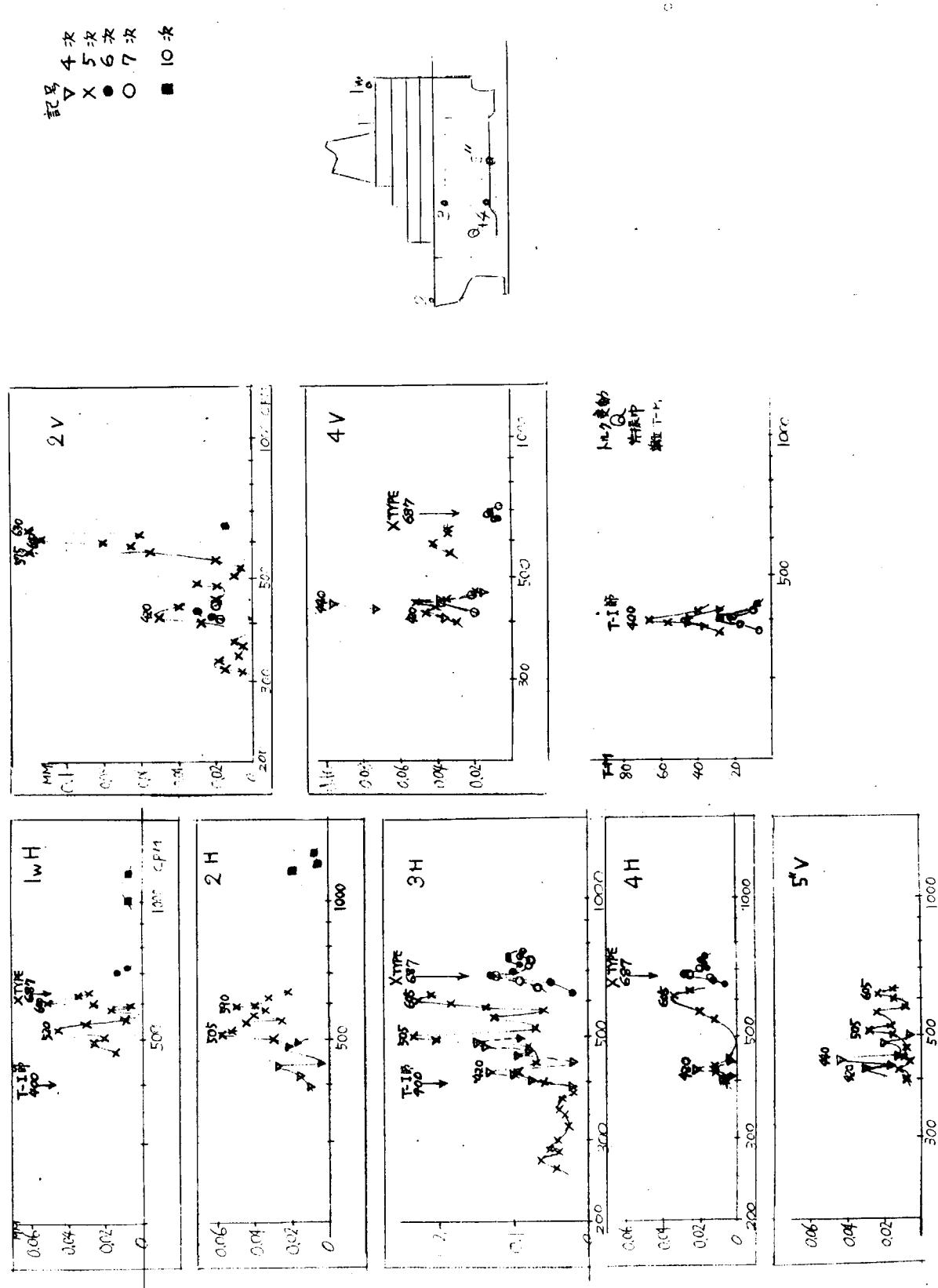
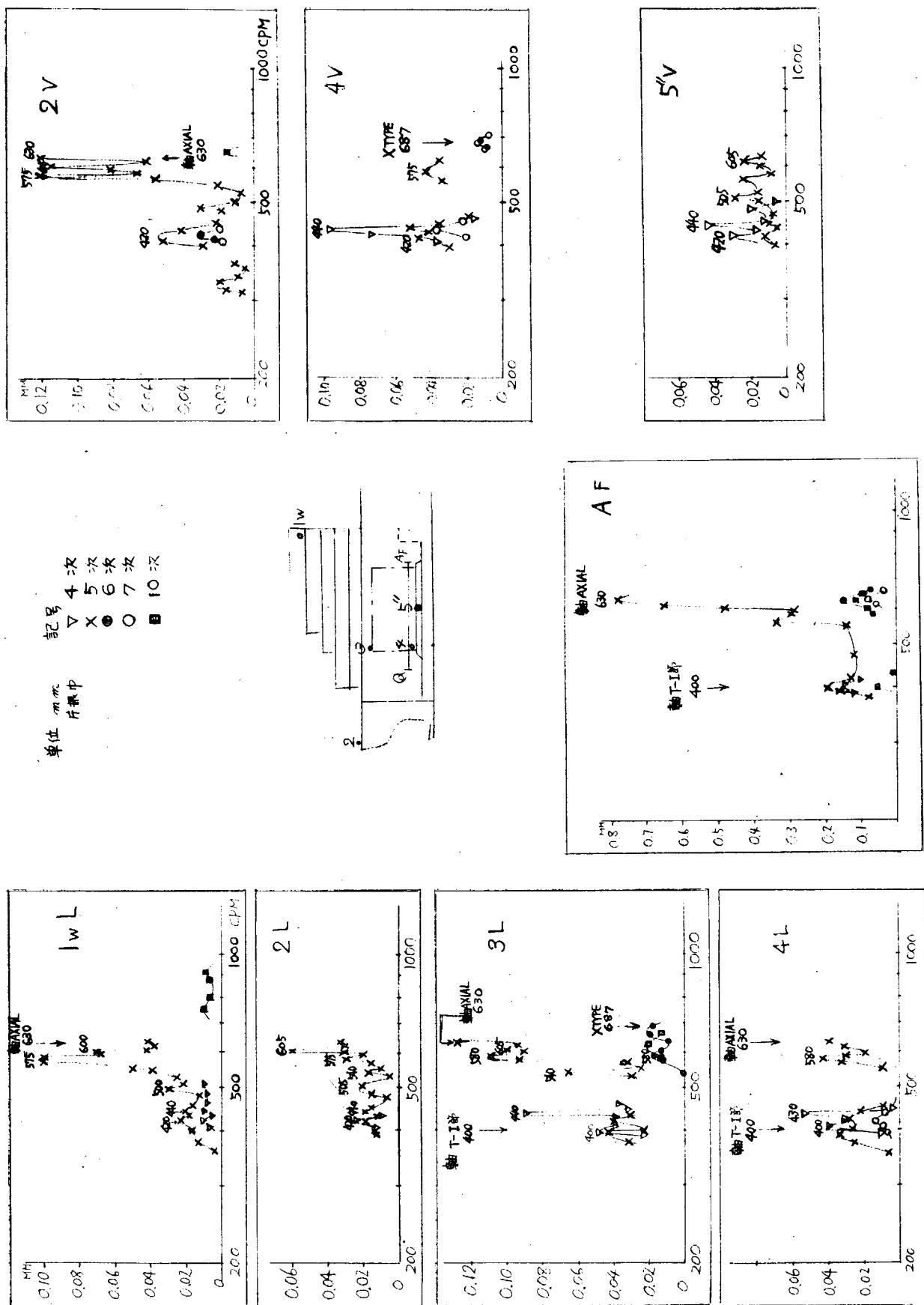


図 1.7.5 機関架構振動と船体振動 (TEST NO.2 FULL LOAD)

図 1.7.6 軸系振動と船体振動 (TEST NO. 2 FULL LOAD)



TEST NO. 2  
FULL LOAD TRIAL

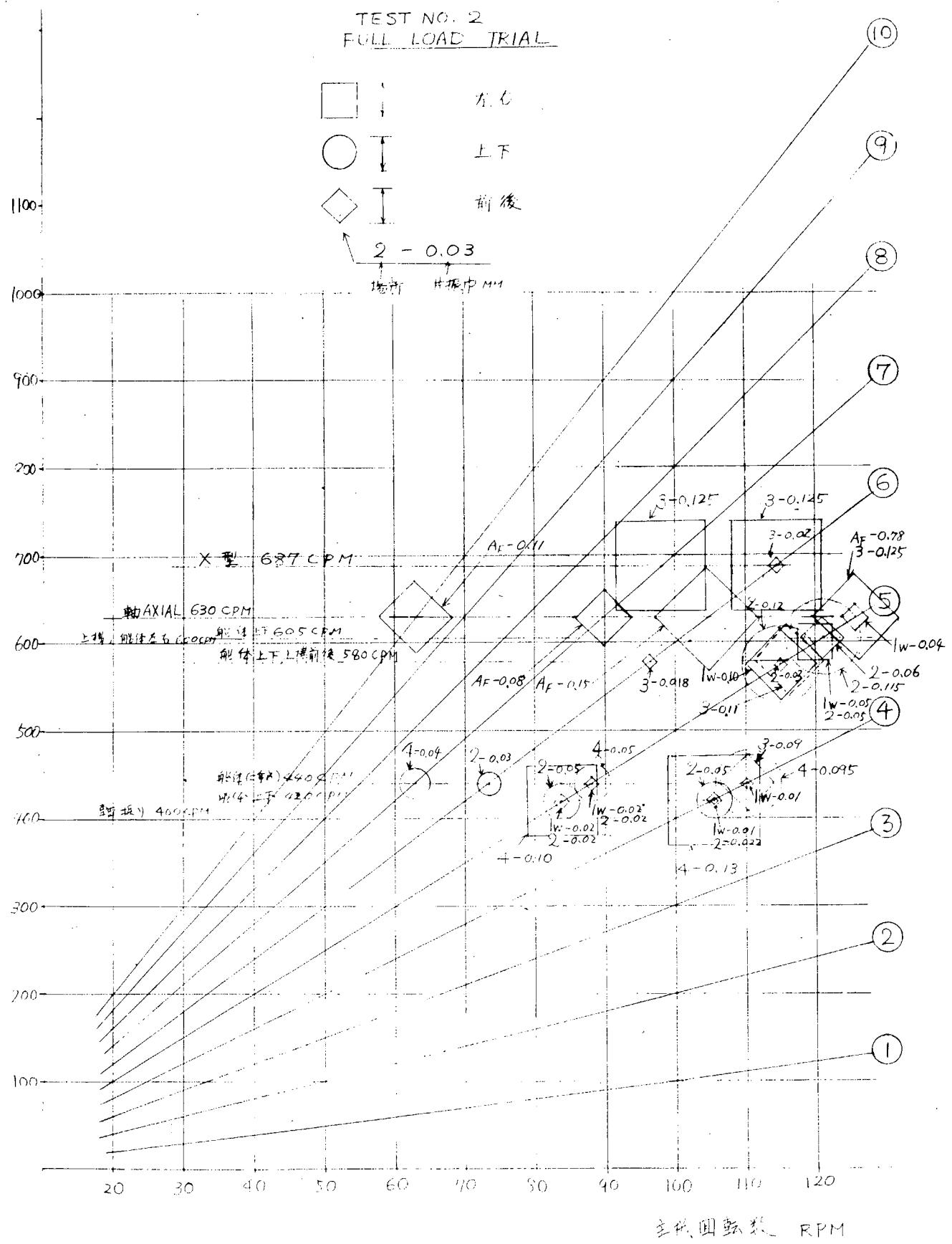


図 1.7.7

## [ 考 察 ]

本船は繫留運転時(プロペラ軸を切りはなしたNO LOAD TEST)と満載海上公試時に船体機関の振動同時計測を行なつた。

- 1) 軸系縦振動が同調するときは船尾端の上下の振動が増える。
- 2) 主機後端の上下振動がピークを示すとき、上部構造の前後振動が、ピークを示している。そのピークは繫留運転時は $550 \text{ cpm}$ (5次)、満載海上公試時は $575 \sim 580 \text{ cpm}$ (5次)である。またこのときは船尾上下振動も大きくなつてゐる。
- 3) 軸の縦振動は機関架構の前後振動を惹起している。
- 4) 機関架構水平振動は、船尾水平振動を惹起している。これはまた上部構造の水平振動を惹起している。しかし、X形7次の $687 \text{ cpm}$ の振動は船体にはほとんど影響していない。
- 5) ねじり振動は機関架構には多少影響するが、船体には影響がないといつてよい。
- 6) 上部構造の水平振動は、繫留運転時 $550$ 、 $605 \text{ cpm}$ (いずれも5次)満載公試時は $520$ 、 $600 \text{ cpm}$ (いずれも5次)にピークがあり、上部構造の水平固有振動数は $600 \text{ cpm}$ 附近にあると考えられる。
- 7) 上部構造の前後固有振動数は、はつきりわからない。

船尾の上下振動のピークがあるとき、上部構造前後にピークがあらわれる。起振機試験のとき $700 \text{ cpm}$ 、繫留運転のとき $550 \text{ cpm}$ 、満載公試のとき $575 \text{ cpm}$ となつてゐる。上部構造前後の固有振動数は本来高い所にあつて、船体の上下振動に連成していると考えられる。

- 8) 42年度報告(研究資料No.71-1)第8章に示されるように $600 \text{ cpm}$ 附近の上部構造と船体振動の関連モードは起振機実験(船尾起振)と、その他の二つの実験では異なつており、本船の上部構造起振の主な源は機関にあつて、プロペラによるものは少ないと考えられる。さらにいえば主機後端附近の二重底から伝わるのでないか。

## [ 結 論 ]

本船の上部構造の前後固有振動数は、はつきりわからぬが、かなり高い所にある。 $550 \sim 575 \text{ cpm}$ にピークがあらわれるのは船体上下振動との連成であろう。

また、上部構造を前後に起振するのは、プロペラよりも主機関であろう。そして、主機後端附近の二重底の上下振動も同時にピークを示すところから、この二重底から上部構造に伝えられると考えられる。

軸の縦振動は、船体を上下に起振しているが、上部構造とは関係はほとんどない。軸の縦振動で、繫留運転時には $500 \text{ cpm}$ 、満載公試時には $570 \text{ cpm}$ 附近に小さな腰かけのようなピークがみられるのは、船体上下振動の影響であろう。

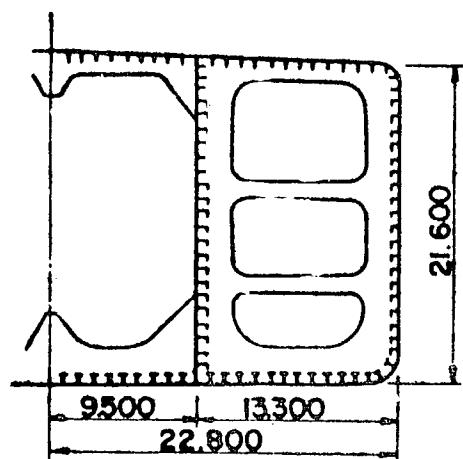
## 1.8 SHIP № 42-I

SHIP №	42-I
BUILDER	HITACHI

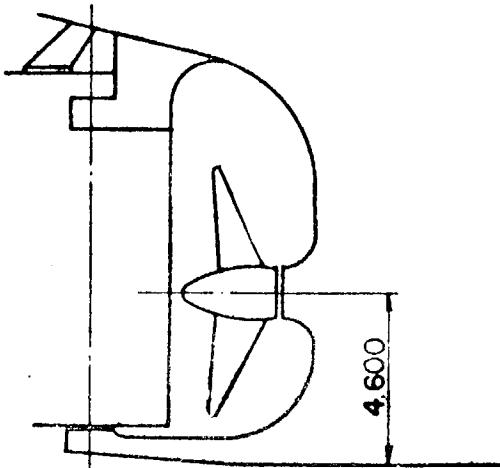
## PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	MOTOR TANKER	KIND & TYPE	HITACHI B & W 1284-VT 2BF-180
CLASS	NK	NUMBER	1
CONSTRUCTION	LONG SYSTEM	POSITION OF ENG	AFT
Loa		B.H.P. (MCR)	27,600 PS
Lpp	274 m 00	R.P.M. (MCR)	114
Bmld	45 m 60	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub> 0
Dmld	21 m 60		F <sub>v2</sub> 0
dfull	14 m 83		F <sub>H</sub> 0
Δfull	153,660 KT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> 0
D.W.	128,000 LT		M <sub>v2</sub> 0
Cb full			M <sub>H</sub> 0
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub> 547402000 m <sup>2</sup>	PROPELLER	
	I <sub>H</sub>	NUMBER	1
WEB	A <sub>v</sub> 3168936 m <sup>2</sup>	NUMBER OF BLADES	5
AREA	A <sub>H</sub>	DIAMETER	7 m

SKETCH OF SECTION



SECTION OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	840mm	TEST NO.	1	2	3
	PISTON STROKE	1,800mm	LOAD CONDITION	FULL LOAD		BALLAST
	CYL. NUMBER	12	BRACINGS	WITH	WITHOUT	WITHOUT
FIRING ORDER	1-12-5-7-3-11-4-9-2-10 -6-8			DATE	SEP. 5th '67	SEP. 6th '67
				PLACE	OFF HINOMISAKI	OFF HINOMISAKI
VECTOR SU- MMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	12 ORDER 12.00	WEATHER	FINE		FINE
	X-TYPE	3, 9, 15 " 2.10	SEA CONDI.	SMOOTH		SMOOTH
		4, 8, " 1.18	DEPTH OF WATER	48m		200~300m
		6, " 7.00	△ test	153,660KT		85800KT
		1, 2, 5, 7 } " 0 10~14	df	14m		7m17
				dm	14m860	
OTHER	EXCITING MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION FOR TORQUE HARMONICS AT M.C.O. H TYPE : 12 ORDER : 7 t-m X TYPE : 4 : 16.8 " 5 : 3.6 " 6 : 43.7 " 8 : 1.7 " 9 : 2.4			da	14m860	
				PROPELLER IMMERSION	1465%	
					81%	
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT			
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	UNBALANCED FORCE TYPE	MEASURING POINT & DIREC.		NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP
	MAX. EXCIT. FORCE	10t	1	L	3	UNBOUND TYPE
ENGINE EXCITER	DIRECTION OF EXCIT.	VER. & LONG	2	LH		U-GAUGE ACC.
	TYPE OF EXCITER		44'	H		AKASHI-TELEVIBRO-
	MAX. EXCIT. FORCE	-		V *1	2(+2)	METER L-1
	DIRECTION OF EXCIT.		330 3'	H		IMV-DISPLACE METER
OTHER DESCRIPTIONS			(30' 3') *1	H	5	VM 3300 LL
*1 V and ( ) : EXCEPT EXCITER TEST			(4 4') *2	V		
*2 ( ) : ONLY EXCITER TEST			6'	H	1	" (IHI)
*3 H : EXCEPT EXCITER TEST			3 4 4'			ND-TYPE MARINE
V : EXCITER TEST			6 6' 7	L	11	DISPLACE METER (MHI)
			5 5'	H, V		
			1"	H, V *3		
			A <sub>F</sub> , A <sub>A</sub>		2	BEND PLATE- STRAIN GAUGE
			Q, θ		2	STRAIN GAUGE- TELEMETER
			T		1	IMV TORSIONAL VIB- RATOR TM-6100

- VIBRATION MEASURING POINTS  
OF STRUCTURE
- × " OF SHAFT
- $\Delta_{F,A}$  AXIAL VIBRATION
- $\theta$  TORSIONAL VIBRATION
- Q TORQUE
- T THRUST

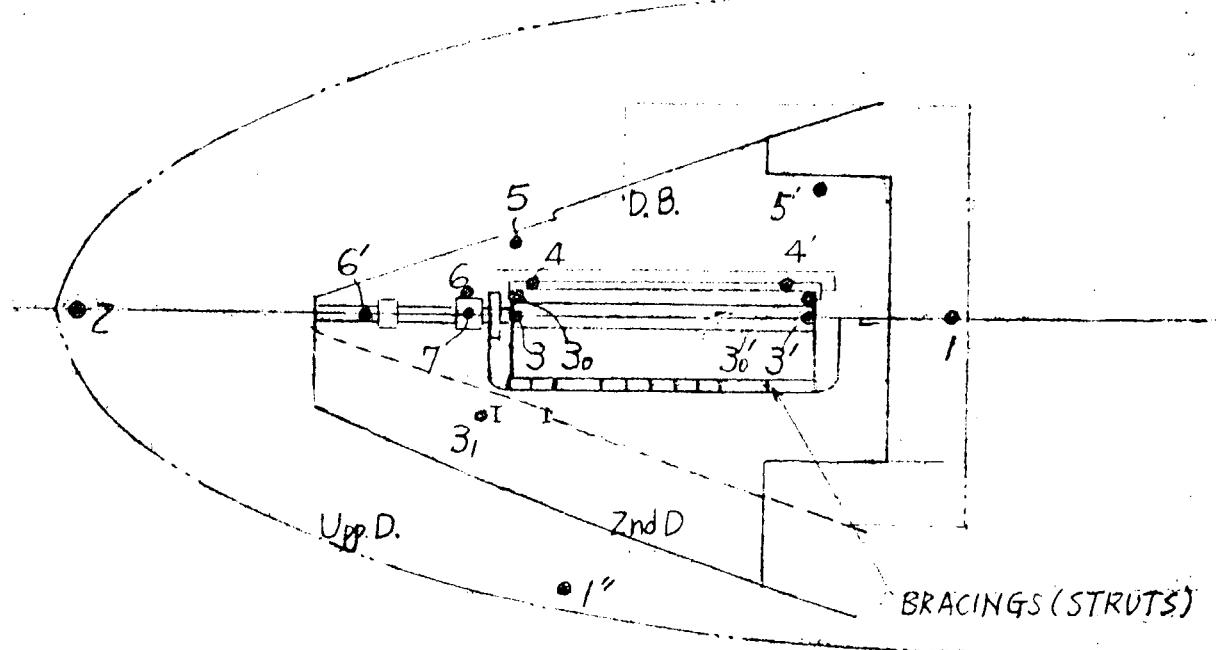
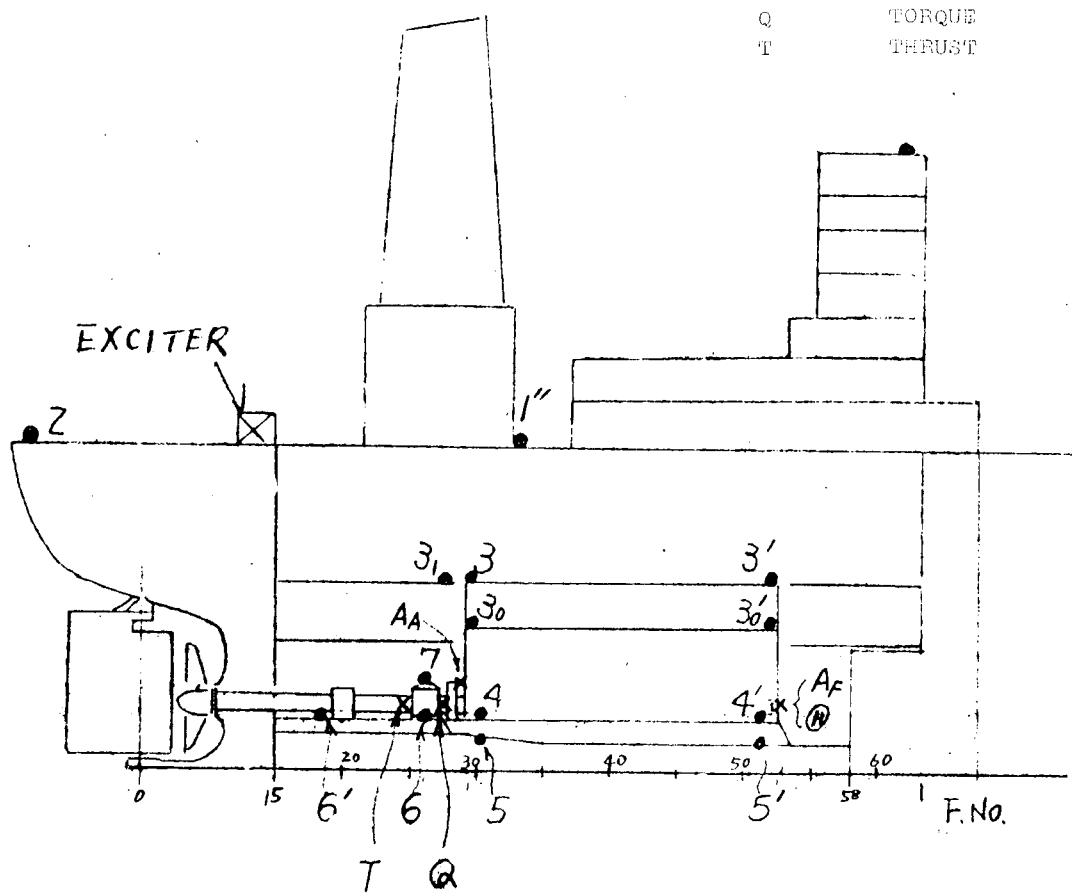


FIG 1.6.1 MEASURING POINTS

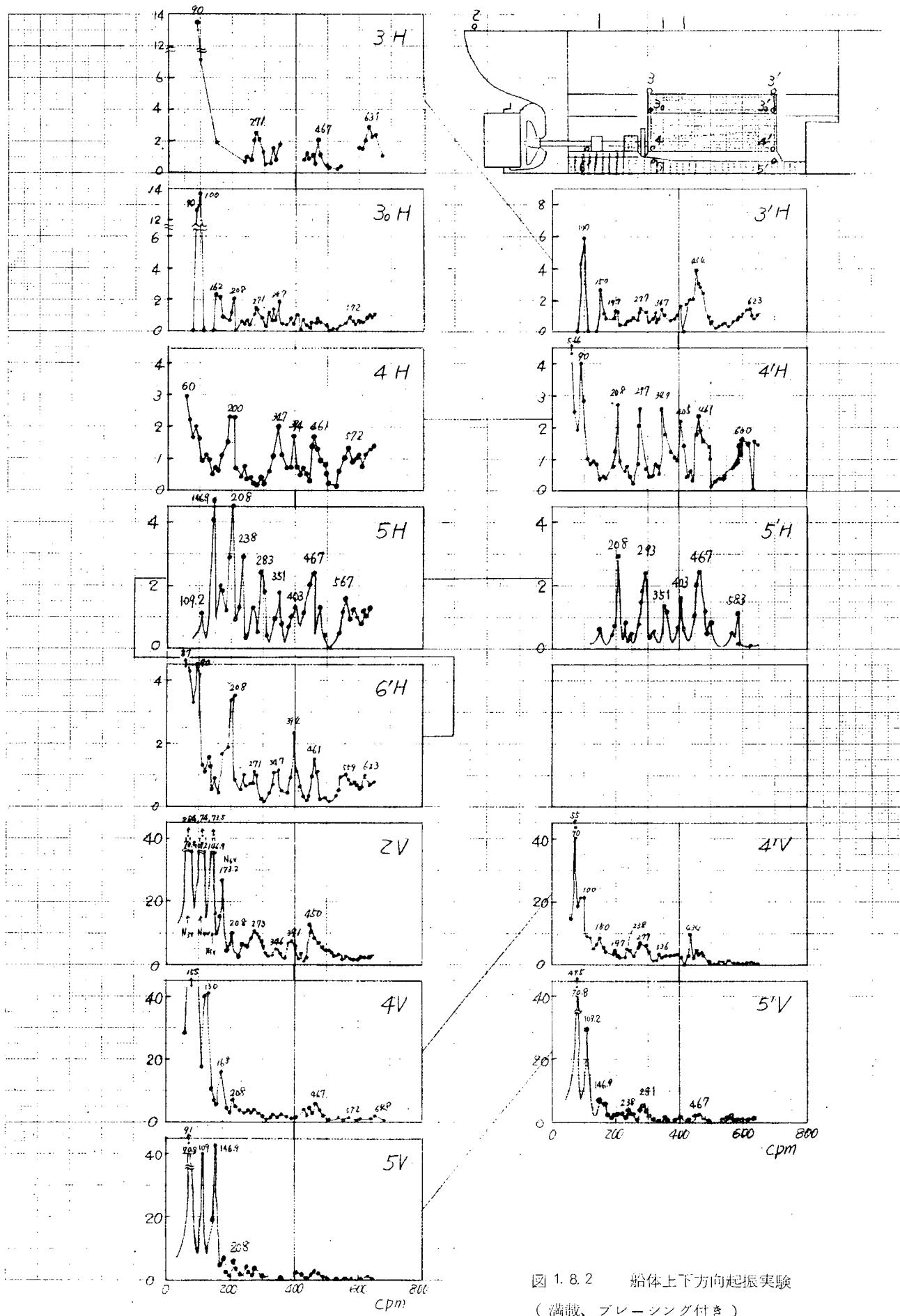


図 1.8.2 船体上下方向起振実験  
(満載、ブレーキング付き)

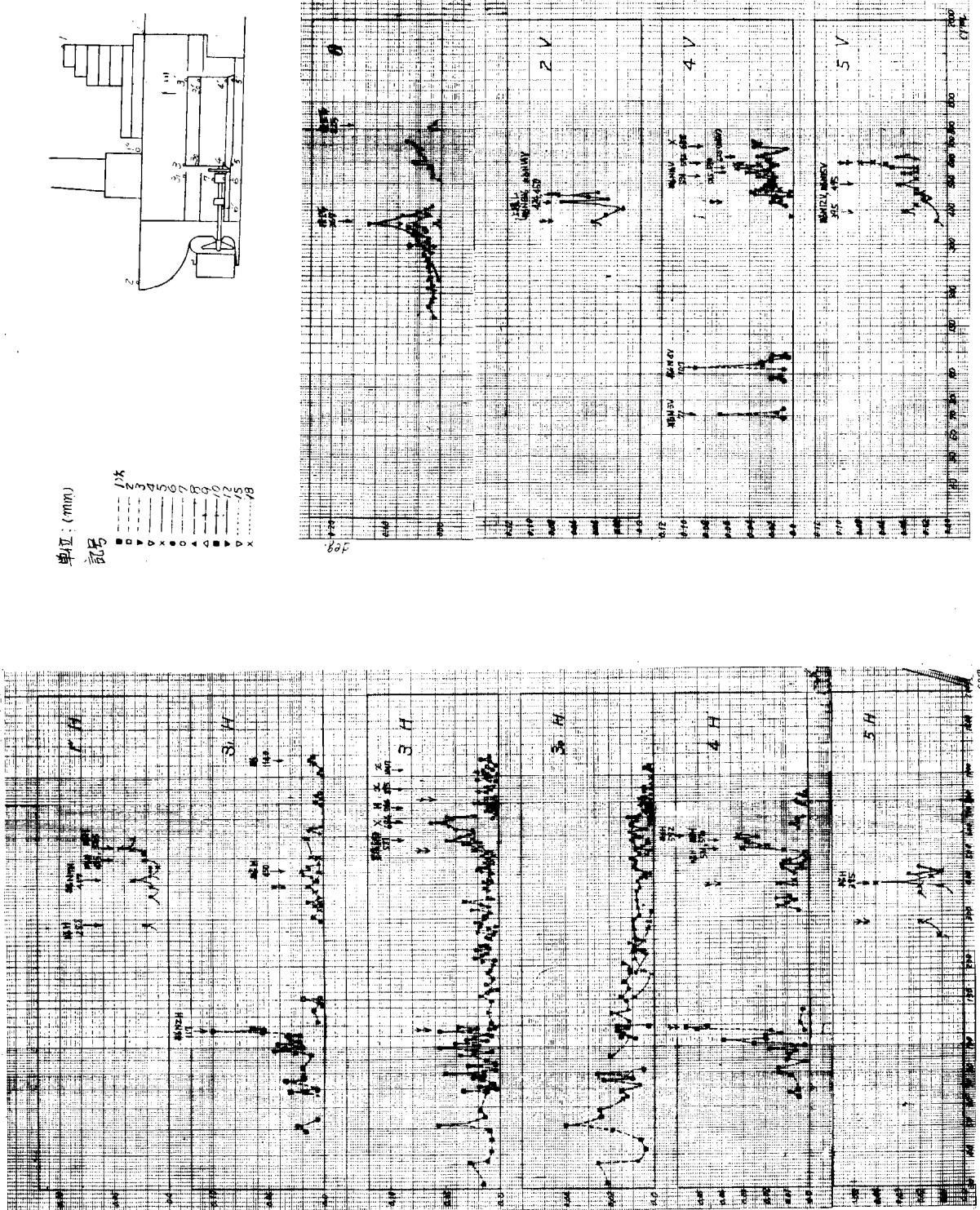
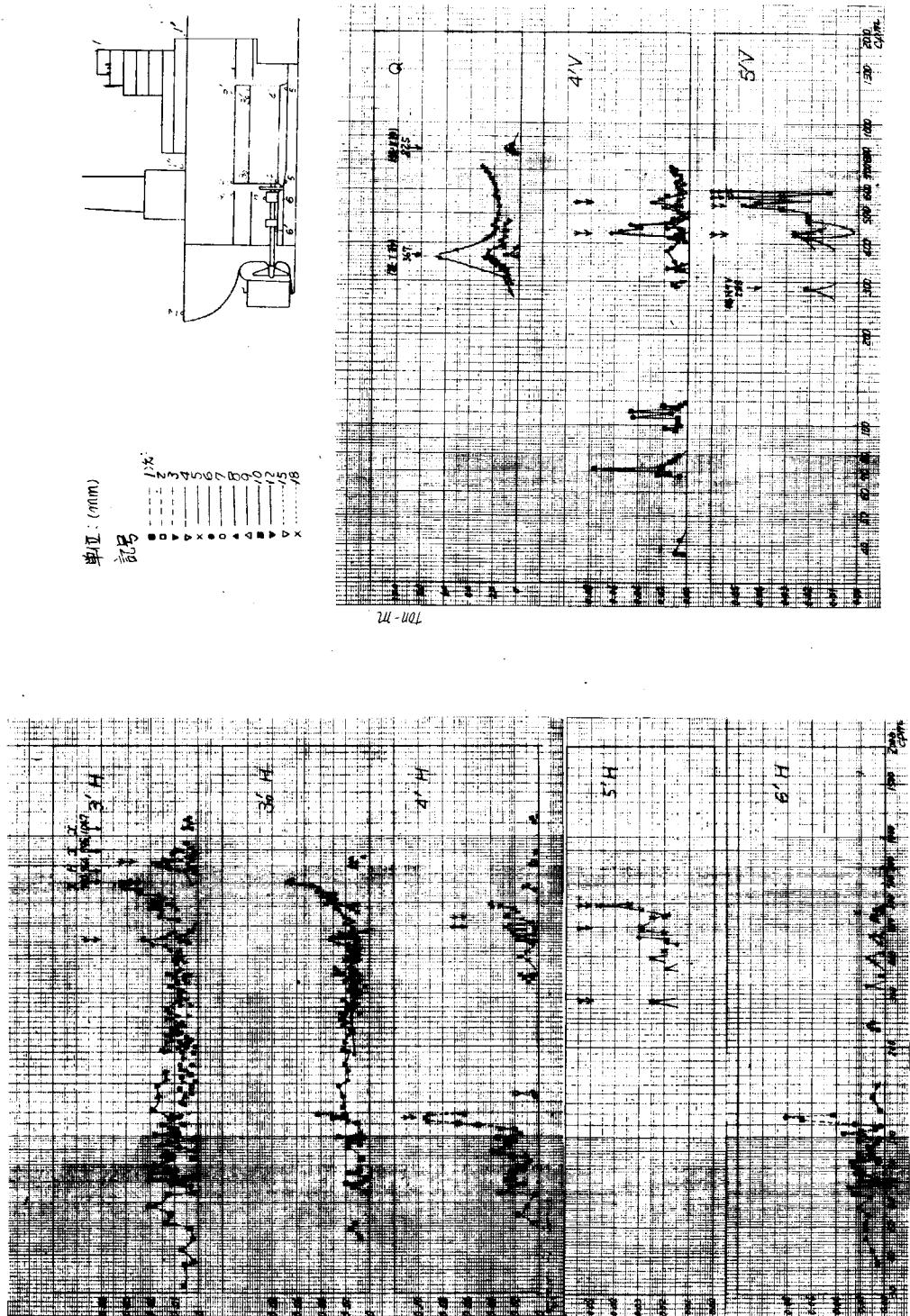


図1.8.3 機関構造振動と船体振動の関係（満載、ブレーシング付き）



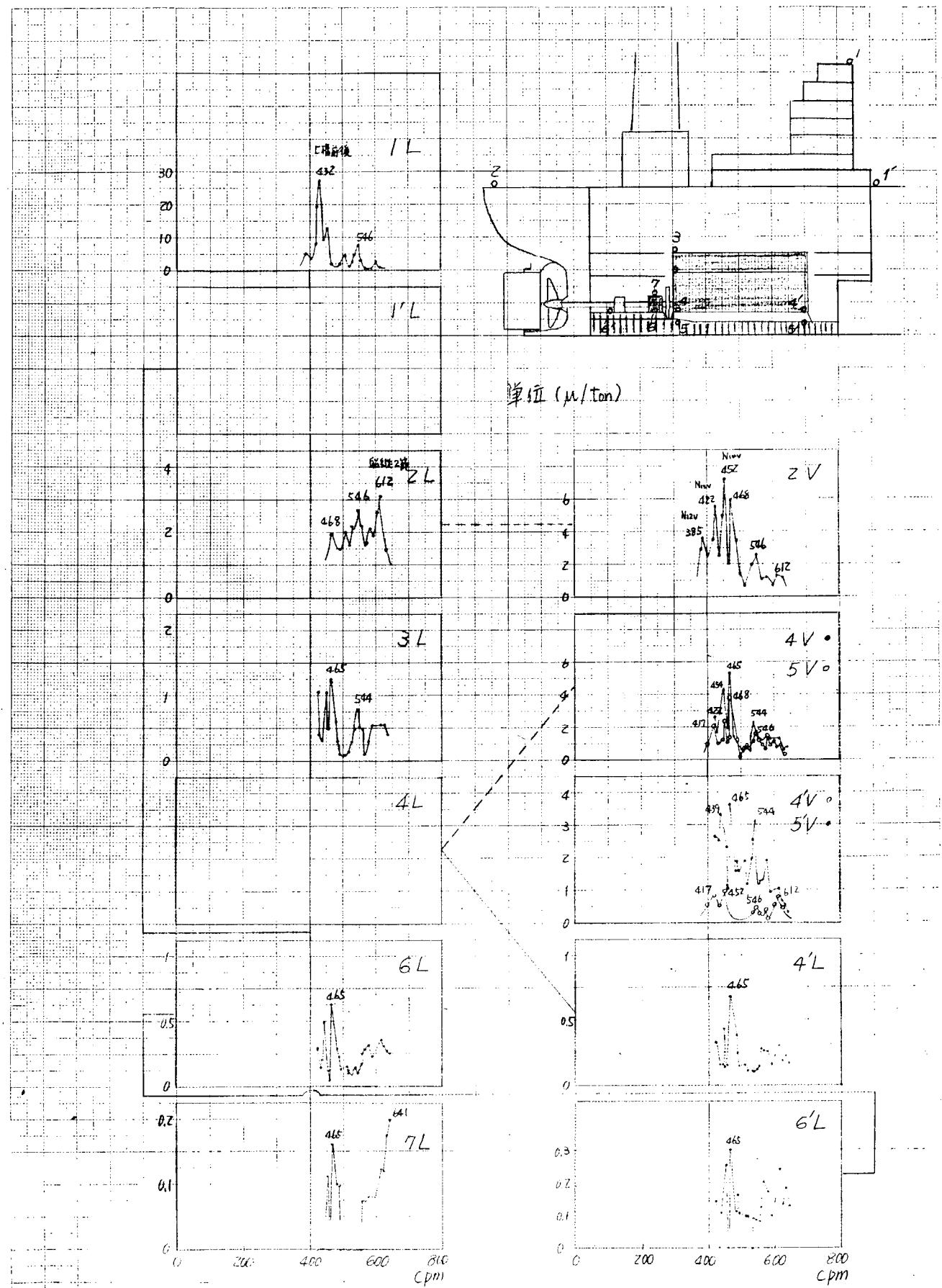


図 1.8.4 船体前後方向起振実験(滿載、ブレーキング付)

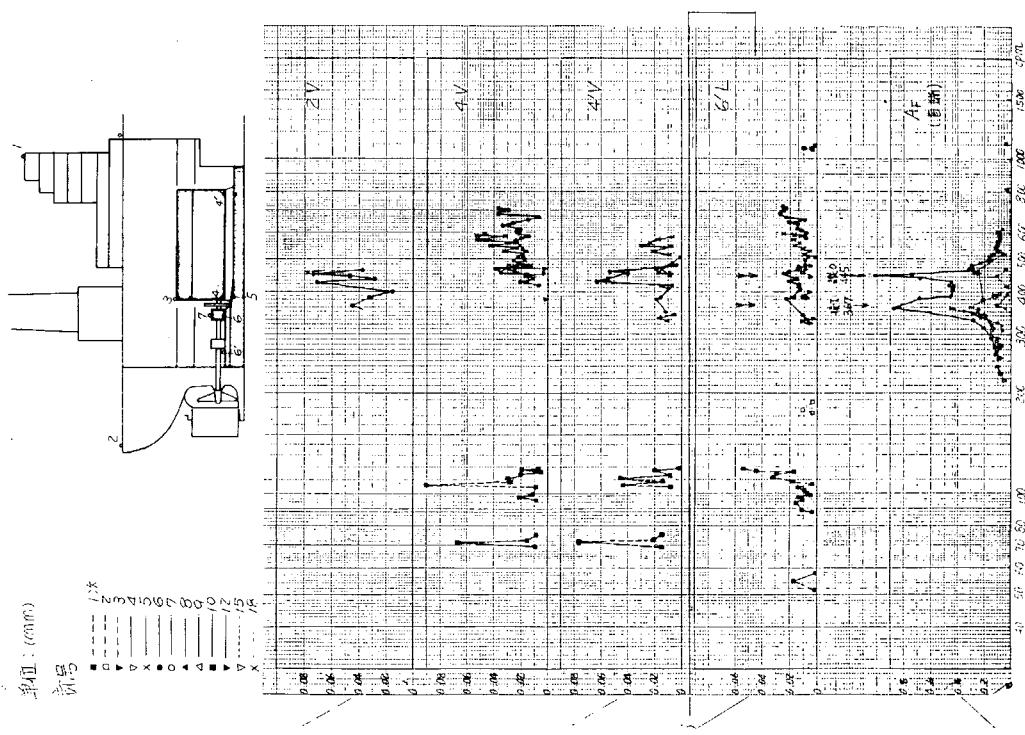
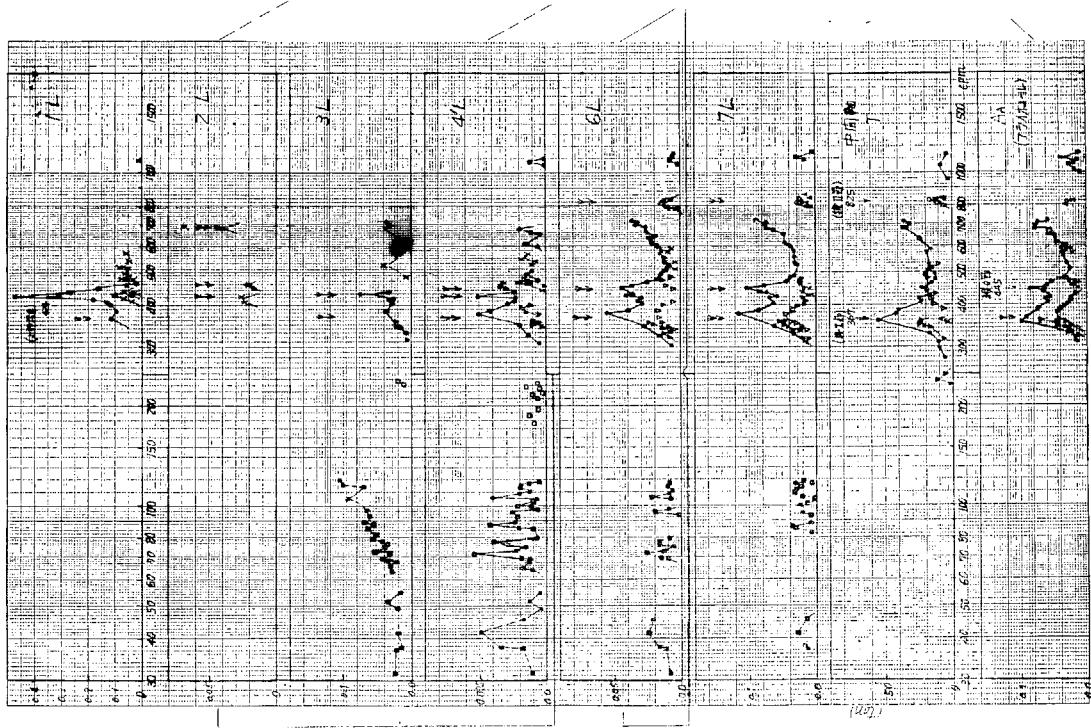


図1.8.5 軸系運動と船体運動の関係(満載、ブレーキング行動)

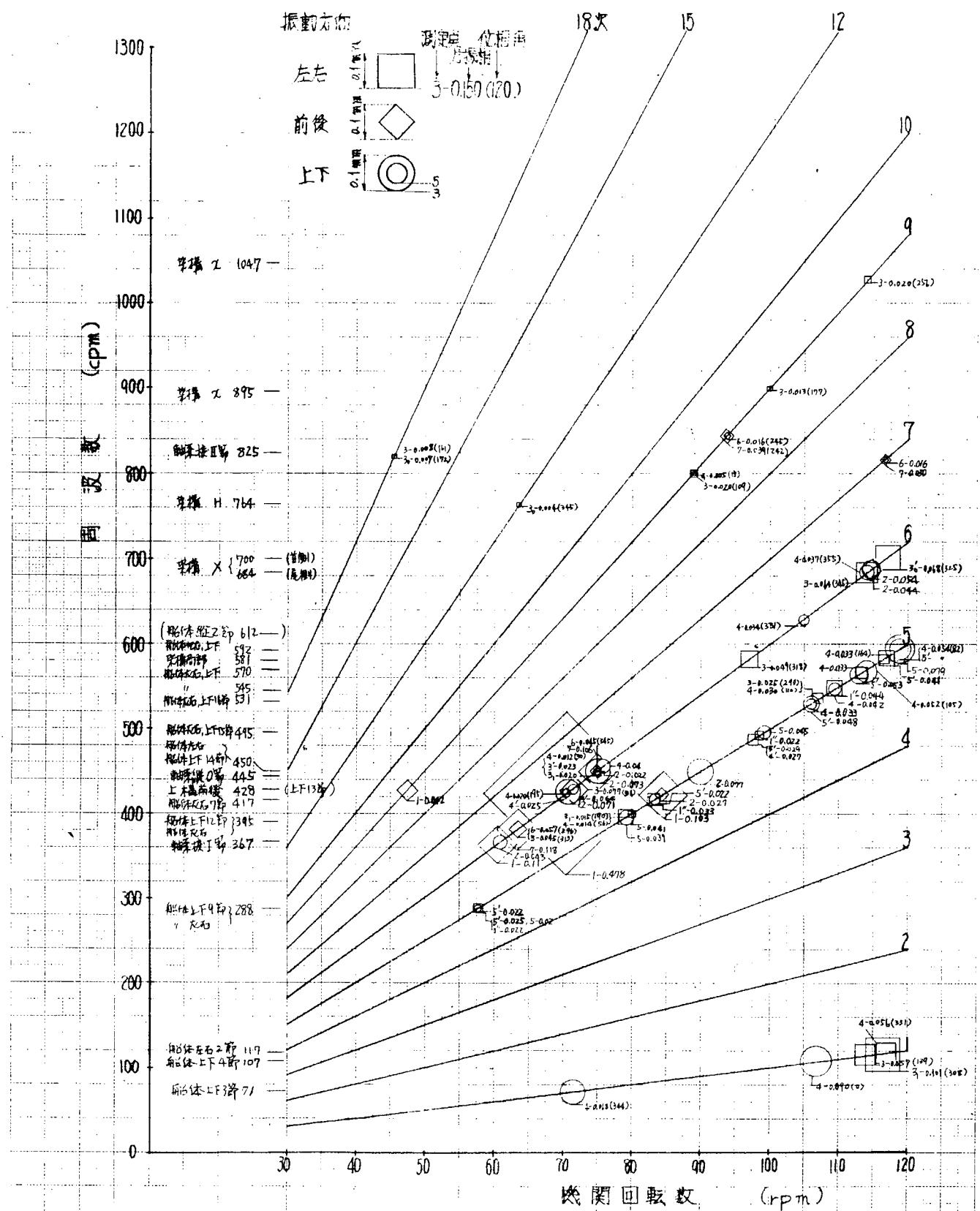


図 1.8.6 ピーク一覧図 (S.M.4 2-I、満載、ブレーキング付き、運転時)

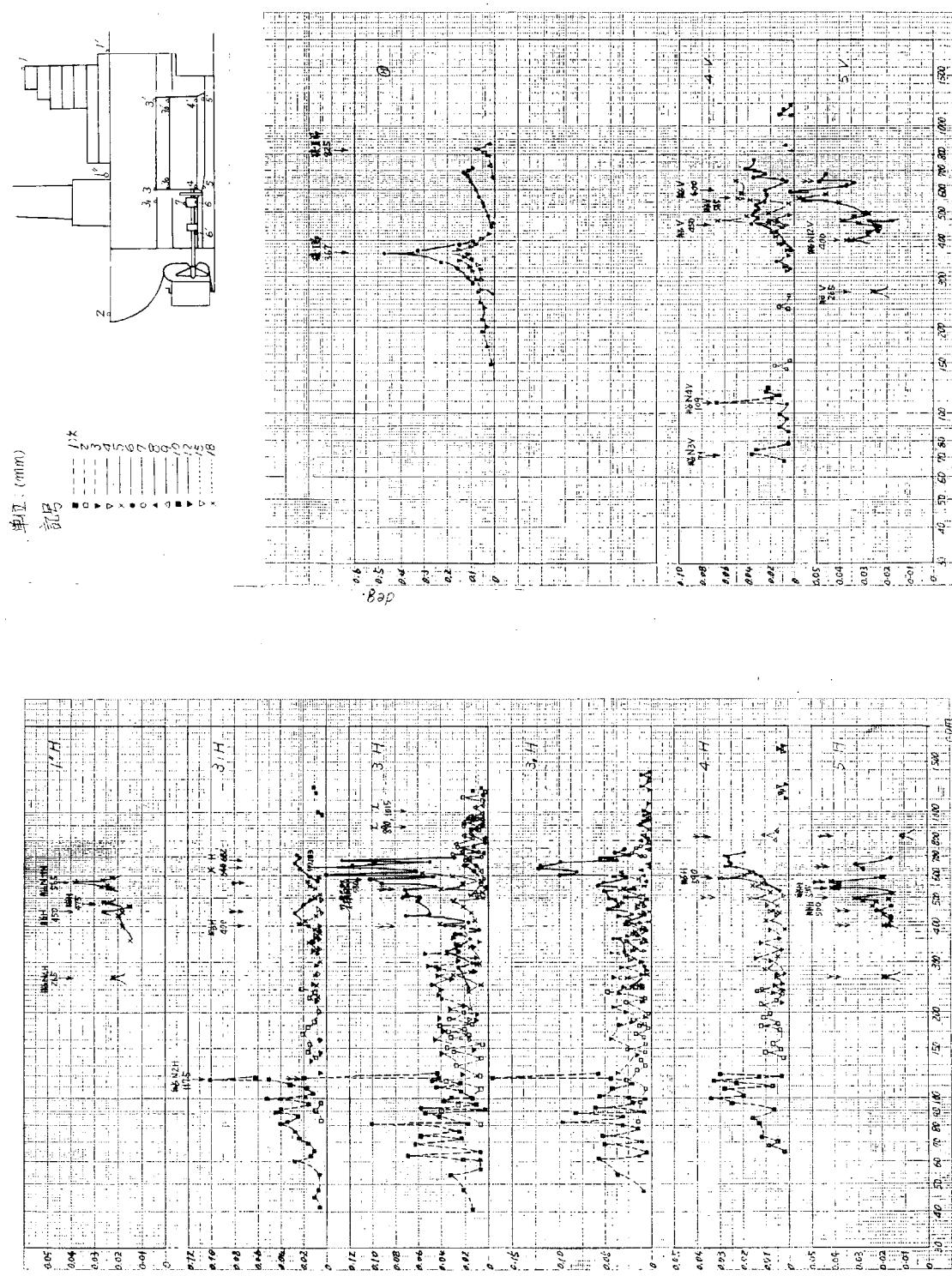


図1.8.7 機関架構運動と筋体振動の関係(清根、ブーンンク除去)

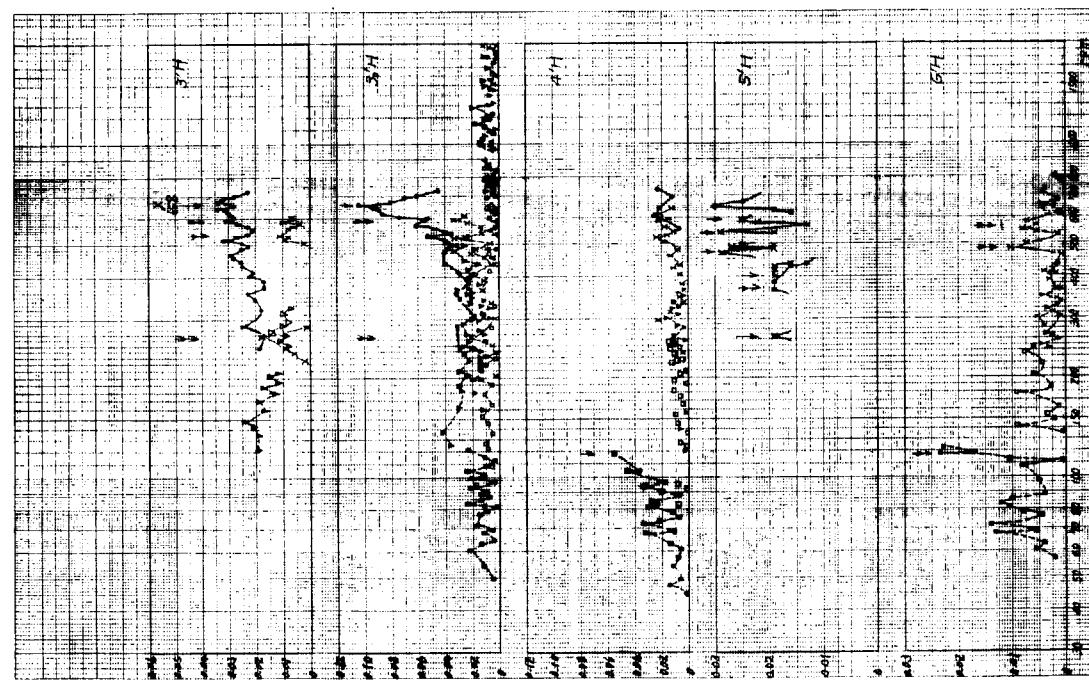
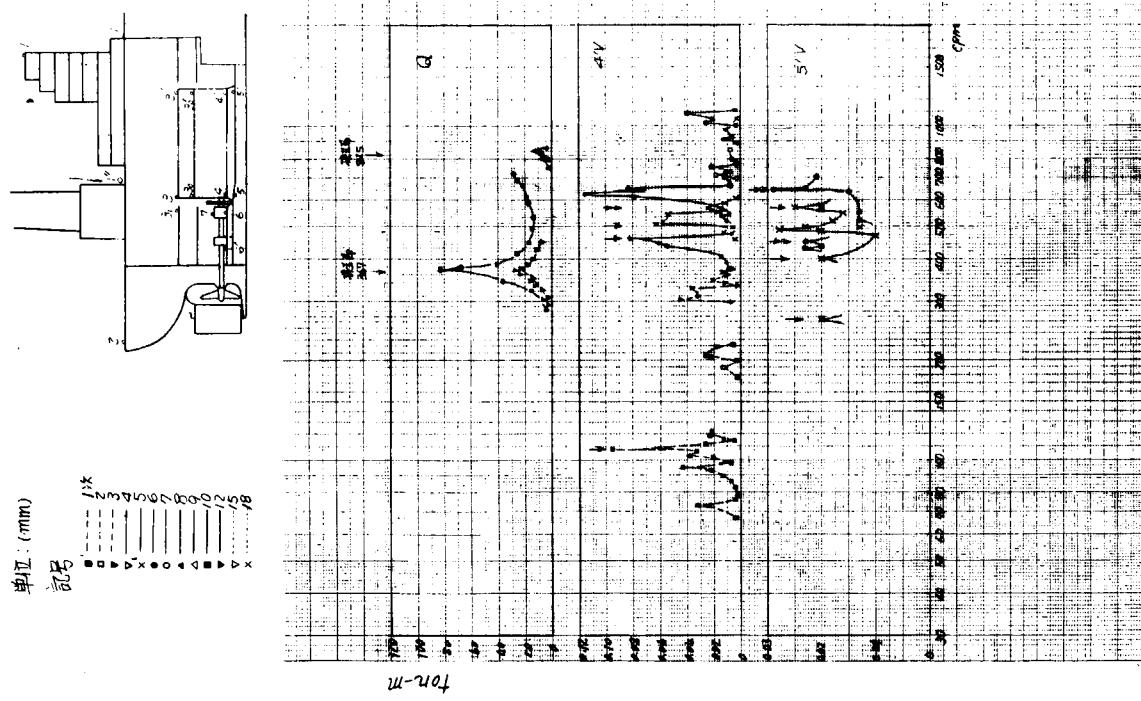
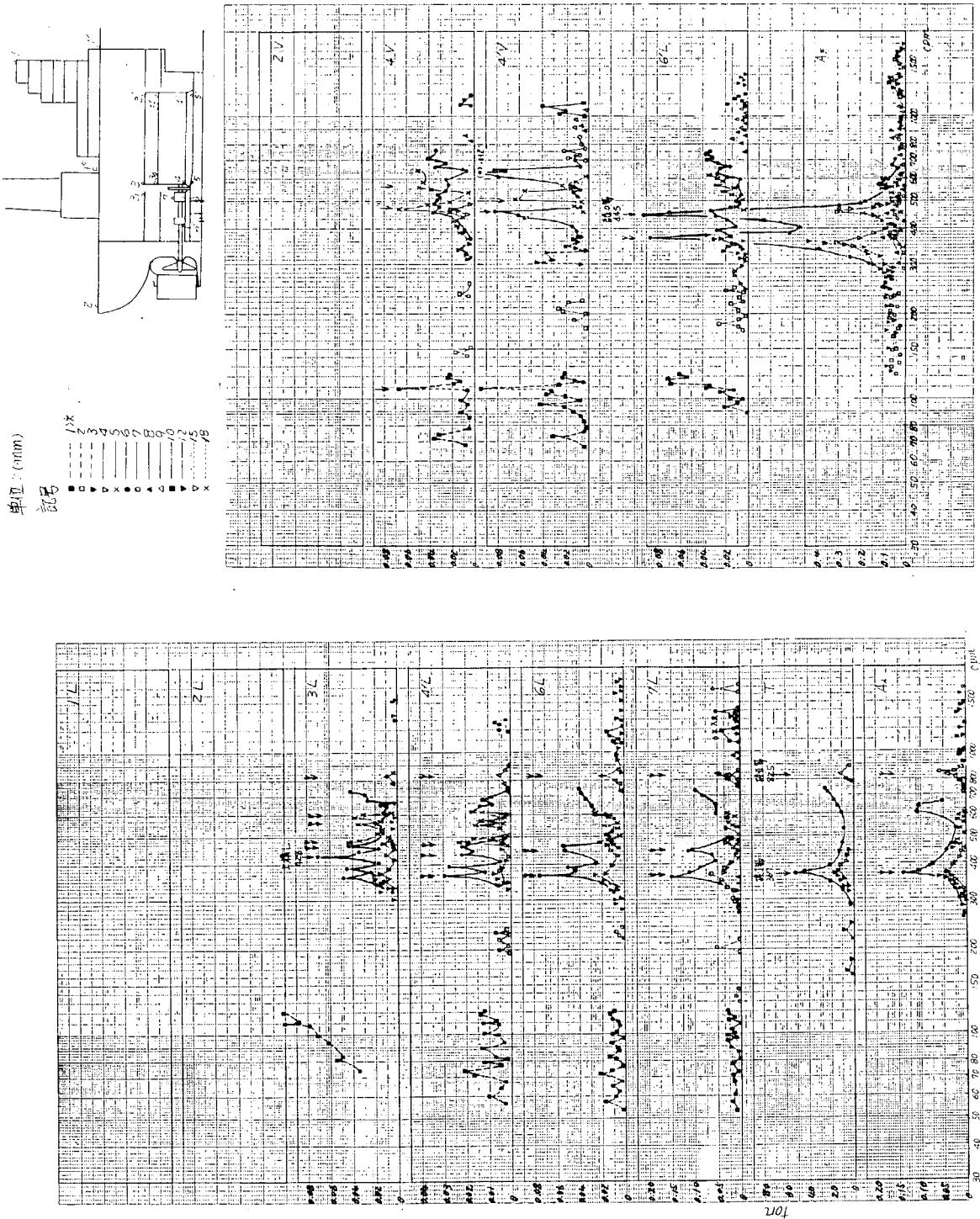


図 1.8.7' 機関架振動と給体振動の関係（満載、ブレーキング除去）



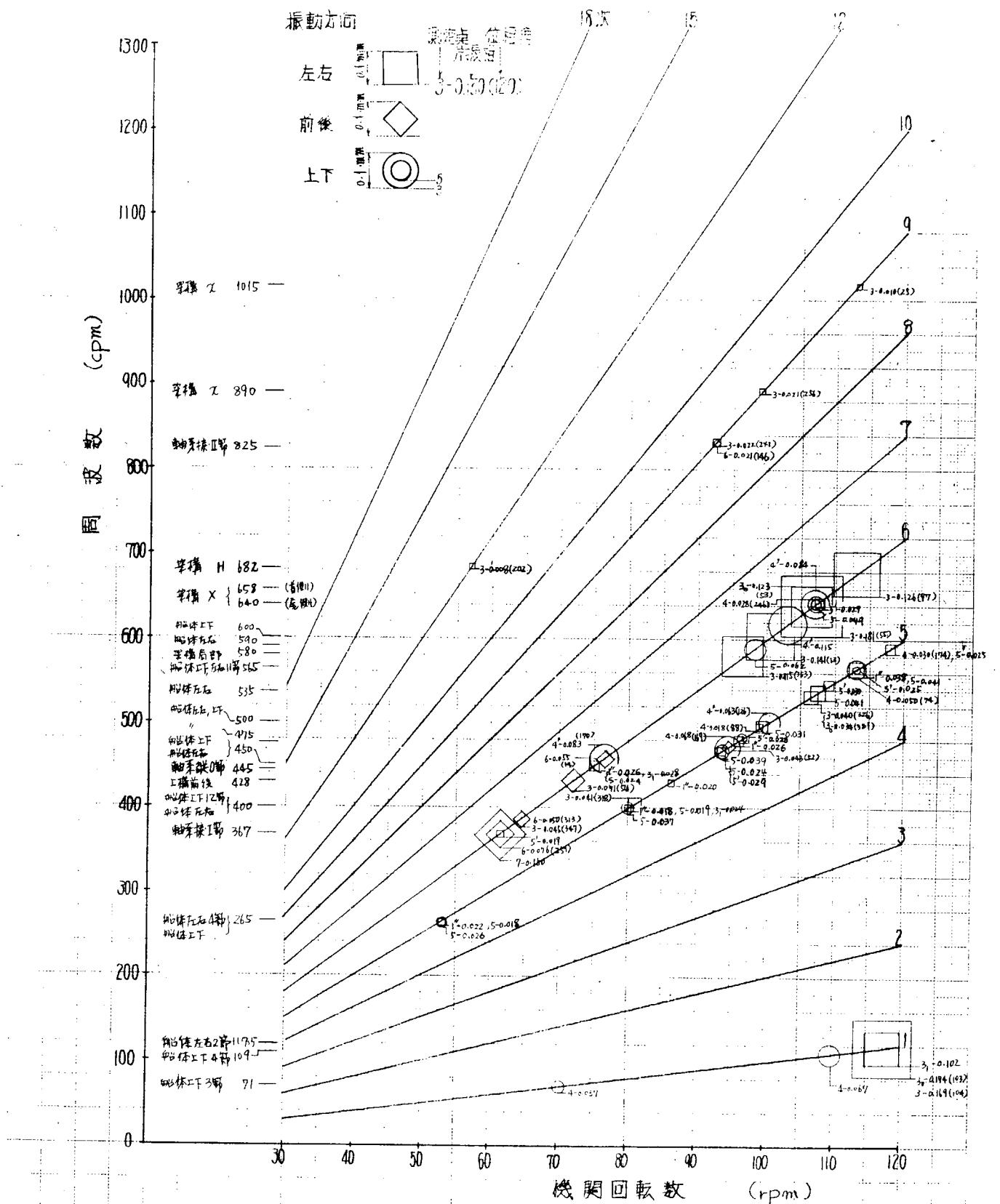


図 1.8.9 ピーク一覧図 (S.M4.2-I、満載、ブレーキング除去、運転時)

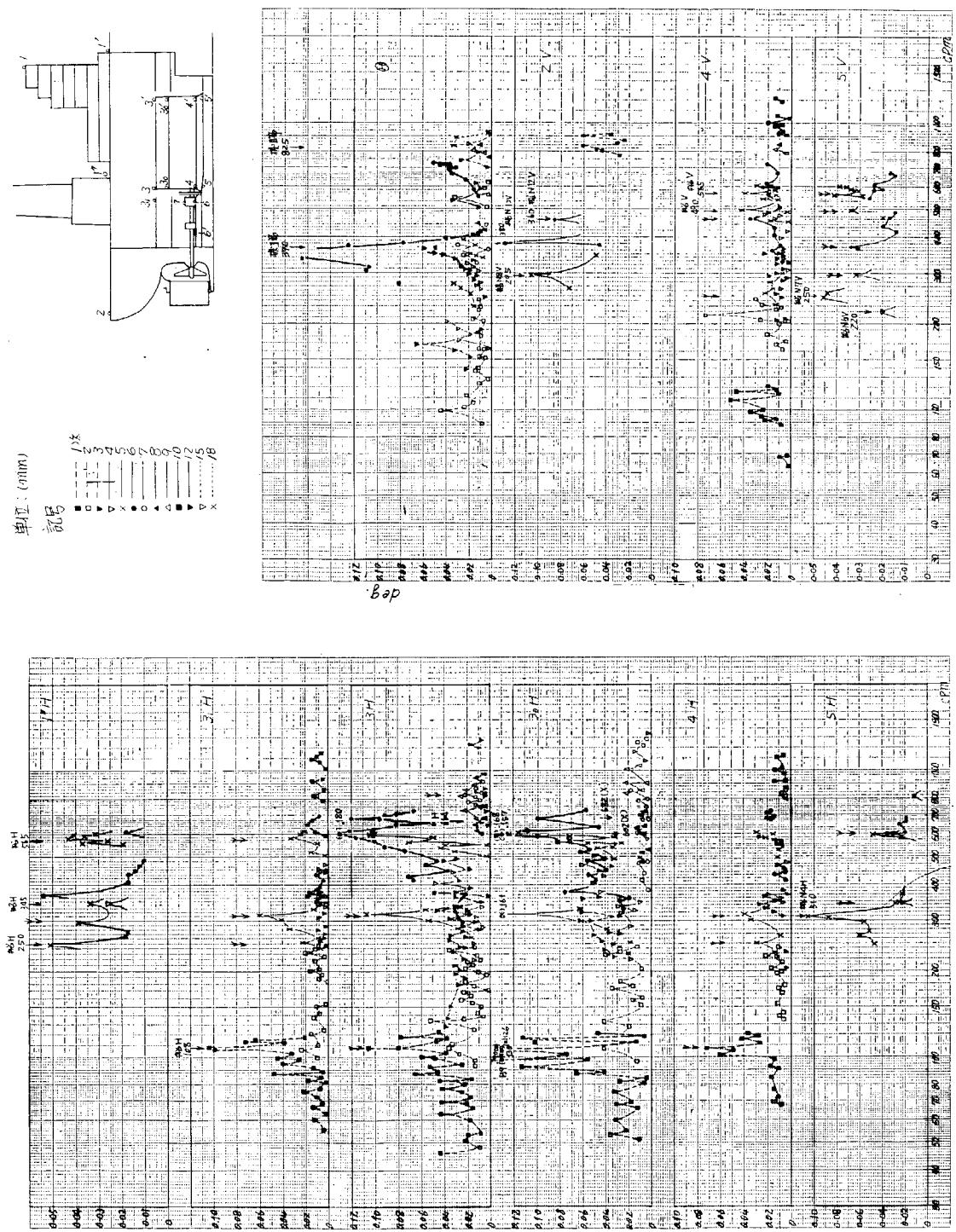


図 1.8.10 機関架構振動と総体振動の関係(半設、ブレーシング除去)

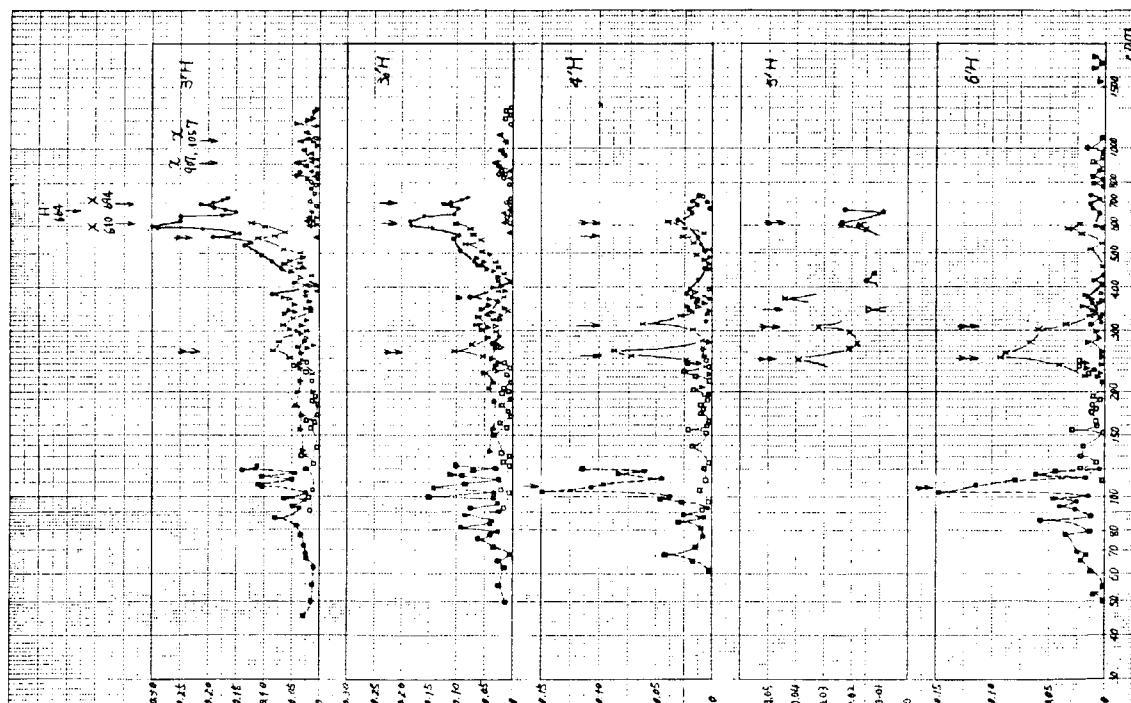
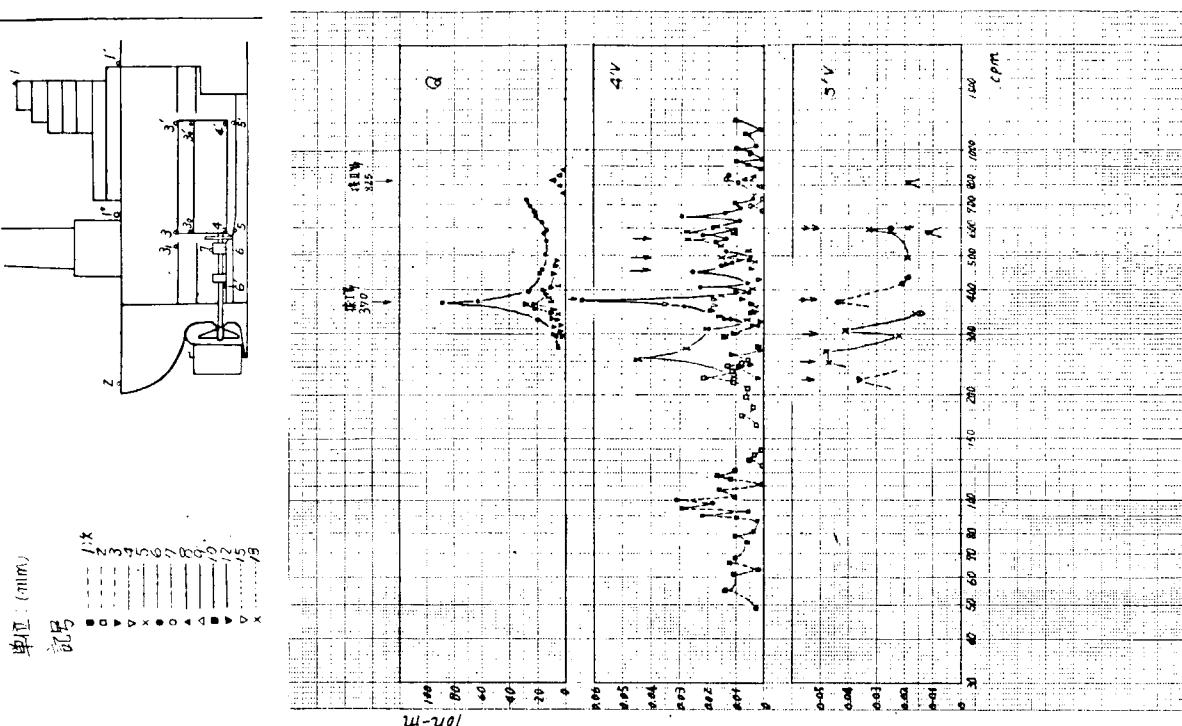


図18-10 機器架構振動と船体運動の関係(半載、ブレーシング除去)

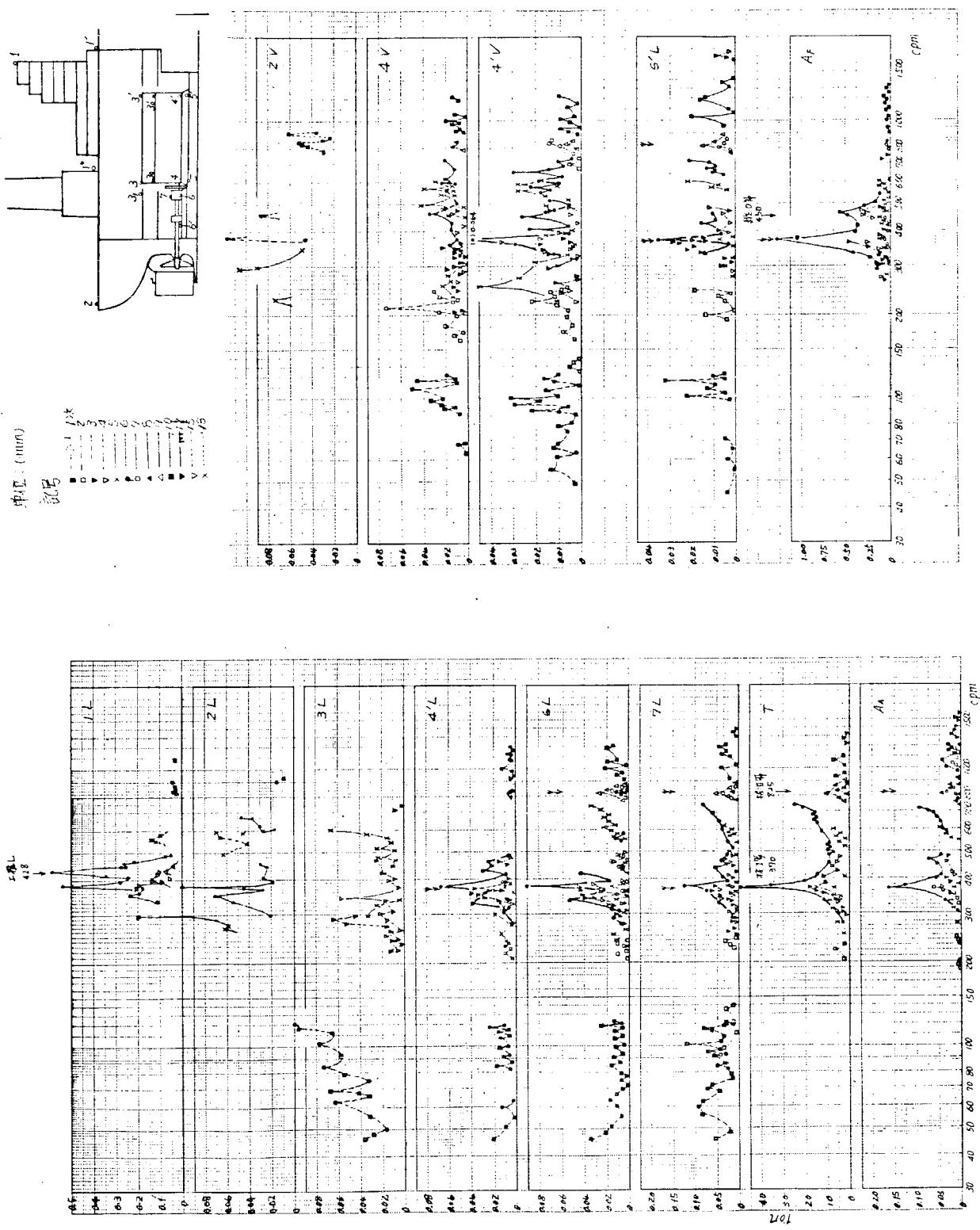


図 1.8.11 軸系振動と船体振動の関係(半載、ブレーキング除去)

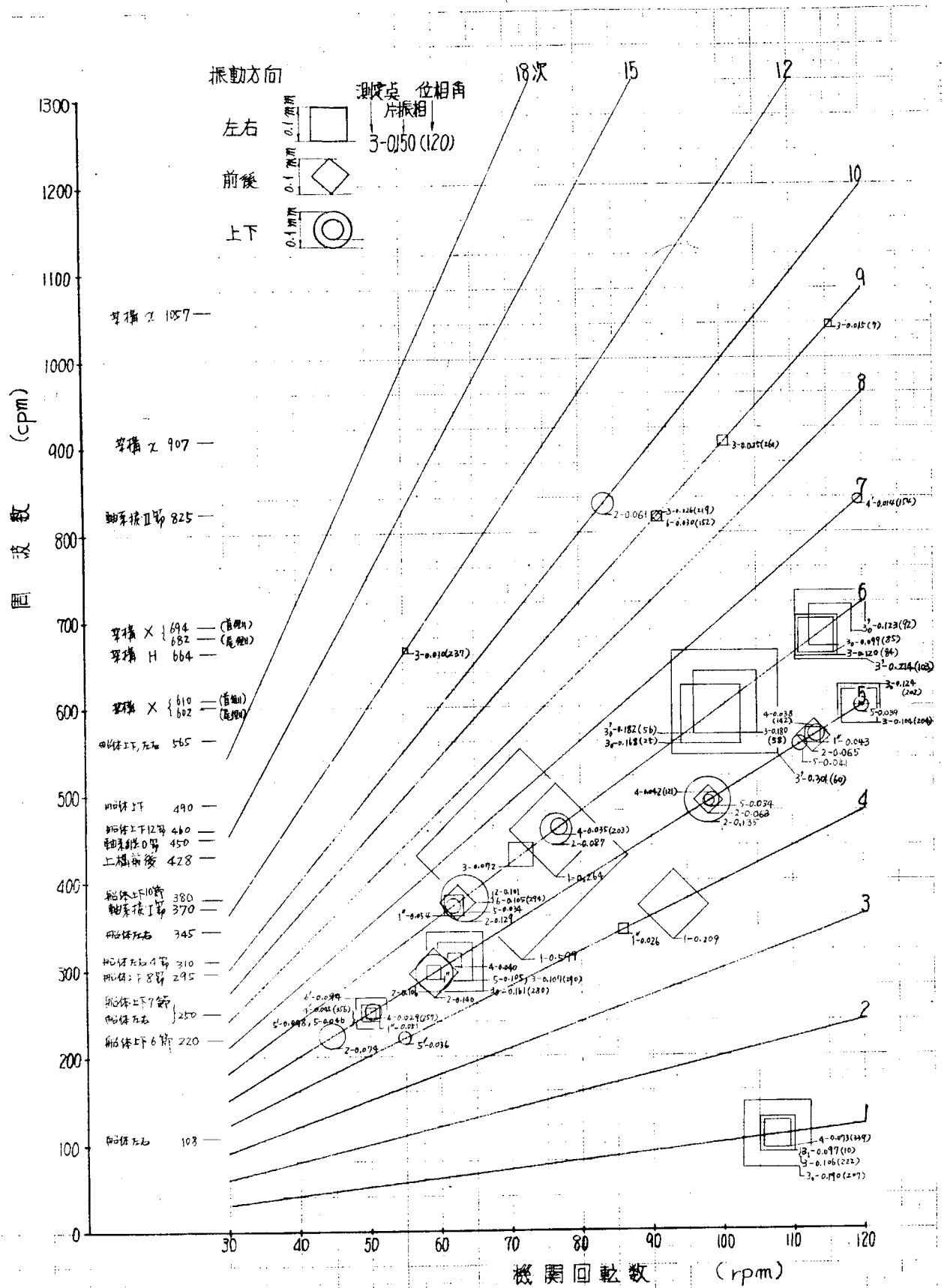


図 1.8.1.2 ピーク一覧[2] (B.4.2-I、半載、ブレーシング除去、逆転時)

## [ 機関架構および軸系振動と船体振動の関連の検討 ]

各実験条件ごとにピークの関連を検討する。

### (1) 満載、ブレーキング付き

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) 低次の船体振動はあまり大きくないが、 $117 \text{ cpm}$  にて1次の船体左右2節振動が存在し、そのとき架構上部および架台ともに振動は大きい。しかし $3'H$ にはピークは現われていない。 $(3_1H/3H = 1.8, 4H/3H = 1.0)$
- 2) 5次の船体上下、左右振動が $288 \text{ cpm}, 395 \text{ cpm}, 495 \text{ cpm}, 531 \text{ cpm}, 545 \text{ cpm}, 570 \text{ cpm}, 592 \text{ cpm}$  にて存在するが（最大振幅 $0.08 \text{ mm}$ ）、これらによつて生ずる架構の振動はほとんど見られず、わずかに $531 \text{ cpm}$  で $3H$ にてピークが現われ、 $4V/3H = 1.46, 4H/3H = 1.36$ である。
- 3)  $450 \text{ cpm}$ において、6次の船体上下、左右振動があり、このとき $3'H$ にてピークが現われている。 $(3_1H/3H = 0.87, 4H/3H = 0.52)$ 、この場合 $445 \text{ cpm}$ にて軸系縦0節振動がありその影響も受けている。
- 4)  $417 \text{ cpm}$ にて5次の船体振動（船体左右7節）が存在する（ $1''H$ ）が、架構に及ぼす影響はほとんどない。
- 5)  $428 \text{ cpm}$ にて6次の上部構造前後振動があるが（船体上下13節振動 $424$ と重畠している）、そのとき、船体および二重底前後振動はわずかに $(6L/1L = 0.08)$ 存在しているが、架構横振動には影響ない。
- 6) 起振実験の結果では $612 \text{ cpm}$ にて船体縦2節の振動が存在するが、運転時にはそのピークは現われていない。

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) 架構X形振動のピークは架構の前端、後端で異なり $3'H$ で $700 \text{ cpm}$ （6次）、 $3H$ で $684 \text{ cpm}$ （6次）である。そのとき架台部の横および上下振動はわずかに見られるが、船体横、上下振動への影響はほとんどない。（振幅比で $4H/3H = 0.12, 4'H/3H = 0.20, 4V/3H = 0.55$ ）しかし、このとき架構、二重底部、上甲板に前後振動がわずかに現われている。 $(2L/3H = 0.68, 3L/3H = 0.59, 6'L/3H = 0.40)$
- 2) 架構H形振動（ $764 \text{ cpm}$ , 12次）、 $\times$ 形振動（ $895 \text{ cpm}, 1047 \text{ cpm}$ ）はきわめて小さく船体に及ぼす影響はみられない。

#### 軸系振動が船体、機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり1節振動（ $367 \text{ cpm}$ , 6次）により、上部構造前後振動にてピークが現われ（ $1L/7L = 1.0$ ）、また、そのとき架構前後振動もわずかに現われ（ $3L/7L = 0.31$ ）ているが、架構横振動には影響ない。
- 2) 軸系縦0節振動（ $445 \text{ cpm}$ , 6次）に対しては、船体振動 $450 \text{ cpm}$ に接近していることもあつて、二重底および船体の上下振動が現われ（ $2V/7L = 0.70, 4V/7L = 0.35, 4'V/7L = 0.61$ ）、また、架構横振動もわずかに見られ（ $3H/7L = 0.17, 3'H/7L = 0.22$ ）る。なお、船体前後振動にはその影響が現われているが振幅比は、 $2L/7L = 0.21, 4'L/7L = 0.17$ であり小さい。
- 3) 軸系ねじり2節振動（ $825 \text{ cpm}$ ）に対しては架構の横振動が表われ、 $3H/7L = 0.82$ であるが船体への影響は見られない。

### (2) 満載・ブレーキング除去

#### 船体振動が機関架構振動に与える影響

- 1) 低次の船体上下振動として、 $71 \text{ cpm}$ （3節、1次）、 $109 \text{ cpm}$ （4節、1次）があるが、これによる架構横振動に対する影響はないようである。
- 2) 低次の船体左右振動として $117 \text{ cpm}$ （2節、1次）があるが、このとき架構横振動（ $3H$ ）にてピークが現われている。 $(3'H/3H = 0.63, 4H/3H = 0.21)$ 。
- 3)  $265 \text{ cpm}, 400 \text{ cpm}, 565 \text{ cpm}$ にて5次の船体左右、上下振動が存在するが、それの架構に及ぼす影響は余りない。

例えば 265 cpm で  $5H/3H = 0.63$ 、 $1''H/3H = 0.73$ 、 $5V/3H = 0.87$

400 cpm で  $5H/3H = 0.48$ 、 $1''H/3H = 0.45$ 、 $5V/3H = 0.92$

である。

- 4) また、500 cpm、535 cpm、590 cpmにおいて二重底部に5次の左右振動が存在し、そのとき架構横振動にピークが見られるが小さい。たとえば、535 cpm で  $5H/3H = 1.01$  である。
- 5) 450 cpm に 6 次の船体振動があり、このとき架構横振動がわずかに見られるが、その影響は小さい ( $1''H/3'H = 0.90$ 、 $3_1H/3'H = 0.97$ )。なお、このとき軸系縦 0 節振動 445 cpm も影響している。
- 6) 428 cpm に上部構造前後振動がある。このとき架構前後振動にピークが見られるがその他への影響はない。

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) この場合も架構 X 形振動のピークは架構の前端、後端で異なり、3H で 640 cpm (6 次)、3'H で 658 cpm (6 次) である。このとき架台部、二重底部に上下および左右振動が見られるが、船体左右振動 ( $1''H$ 、 $3_1H$ ) にはほとんど影響していない。 $(5H/3H = 0.17$ 、 $4H/3H = 0.15$ 、 $4'V/3H = 0.46$ 、 $5V/3H = 0.27$ 、 $5'V/3H = 0.16$ )
- 2) 架構 H 形振動 (682 cpm、12 次)、x 形振動 (890、1015 cpm) はきわめて小さく船体への影響はない。

#### 軸系振動が船体、機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり 1 節振動 (367 cpm、6 次) による影響は架構、架台の前後振動にわずかに見られる ( $3L/7L = 0.32$ 、 $4'L/7L = 0.20$ 、 $6L/7L = 0.5$ )。また、このとき架構の横振動も架構前端に現われ  $3'H/7L = 0.15$  となつている。
- 2) 軸系縦 0 節振動 (445 cpm、6 次) は船体振動 450 cpm (6 次) と重畠して二重底、架構に影響を及ぼし ( $4'L/7L = 0.19$ 、 $6'L/7L = 0.29$ 、 $4V/7L = 0.32$ 、 $4'V/7L = 0.71$ 、 $5'V/7L = 0.20$ 、 $3L/7L = 0.61$ 、 $3'H/7L = 0.24$ 、 $5H/7L = 0.19$ ) ている。
- 3) 軸系ねじり 2 節振動 (825 cpm、9 次) に対しては架構、架台、二重底の横、前後振動が現われ ( $3L/7L = 0.20$ 、 $4'L/7L = 0.10$ 、 $3H/7L = 0.40$ 、 $4H/7L = 0.22$ 、 $5H/7L = 0.22$ ) いるが、上下振動、船体上部の横振動への影響はない。

#### (3) 半載、ブレーシング除去

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) 108 cpm に 1 次の船体左右振動がありこのとき架構にも横振動が現われている。振幅比をとると、 $3_1H/3H = 0.98$ 、 $4H/3H = 0.68$  である。
- 2) 220 cpm において二重底に 4 次の上下振動 (船体上下 6 節) があるが、これによる架構横振動への影響はない。
- 3) 250 cpm に 5 次の船体振動があり、そのとき架構首端横振動にピークがみられる。 $(5V/3'H = 0.54$ 、 $4H/3'H = 0.34$ 、 $3_1H/3'H = 0.26$ 、 $1''H/3'H = 0.6$ 、 $4'V/3'H = 5'V/3'H = 0.53$ )
- 4) 295 cpm に 5 次の船体上下 8 節振動があり (2V で振幅 0.106 mm)、5'V (振幅 0.041 mm)、5V (振幅 0.031 mm) にわずかにその影響が現われているが架構横振動にはほとんど影響ない。
- 5) 310 cpm、590 cpm に 5 次の船体左右振動があるが、架構横振動はその影響を受け、  
310 cpm で、 $1''H/3H = 0.36$ 、 $3_1H/3H = 0.55$ 、 $4H/3H = 0.37$ 、 $5H/3H = 0.96$   
590 cpm で、 $1''H/3H = 0.42$ 、 $3_1H/3H = 0.31$ 、 $5H/3H = 0.46$   
また、590 cpm では、二重底上下振動にもピークが現われ、 $5'V/3H = 0.32$  である。
- 6) 345 cpm に 4 次の船体左右振動があるが ( $1''H$  で振幅 0.026 mm) 架構にはほとんど影響していない。
- 7) 上部構造前後振動 (428 cpm、6 次) においては軸系縦 0 節 (445 cpm)、船体上下 12 節 (460 cpm) の影響を受けて架構横、二重底上下振動が現われているが、上部構造前後振動による影響は小さいであろう。

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) 架構 X 形振動は 2 個 (602～610 cpm および 682～700 cpm、6 次) 存在し、602～610 cpm では、二重底に上下、左右振動がわずかに現われ ( $5H/3H = 0.19$ 、 $5V/3H = 0.14$ )、また、船体上部にも小さなピークが

見られる。 $(1''H/3H = 0.1)$

682～700 cpm では架台部に左右振動がわずかに見られるほかは影響しない。

- 2) 架構 H 形振動 (664 cpm, 12 次), x 形振動 (907, 1057 cpm) はきわめて小さく船体への影響はない。

#### 軸系振動が機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり 1 節振動 (370 cpm, 6 次) の影響は船体上下 10 節そして左右振動 (380 cpm) と重畠して上部構造、上甲板前後振動に顕著に現われ ( $1L/7L = 0.43$ ) ている。またこのとき船体上下 ( $2V/7L = 0.94$ )、左右 ( $1''H/7L = 0.43$ ) 振動、二重底の上下および横振動が現われ、架構横振動もわずかに現われている。 $(3H/7L = 0.38)$ 。

- 2) 軸系縦 0 節振動 (450 cpm, 6 次) が、船体上下 12 節振動 (460 cpm) と重なつてゐるため、上下振動は大きく現われているが、架構横振動への影響は小さいであろう。

- 3) 軸系ねじり 2 節振動 (825 cpm, 9 次) は架台の上下振動および架構横振動にわずかに現われている ( $4V/7L = 0.28$ 、 $3H/7L = 0.52$ 、 $6L/7L = 0.54$ ) だけで船体振動への影響はない。

次に、実験条件による検討を行なう。

- 1) ブレーキングを付けることにより、架構の共振振動数が増加し、H 形で 12%、X 形で 6～7%、x 形で 1～3% の増加を示している。

また、X 形振動において振幅は大幅に減少している。

- 2) ブレーキングを付けた状態で満載より半載にすると架構の共振振動数は H 形で 3% 減少、x 形で 2～4% 増加しているが X 形においては、2 個の共振振動数が現われている。

また、X 形振動においてその振幅は、半載にすると、架構上部でわずかに増加するのに対し架台部では大幅に増加している。

- 3) 船体振動においては、半載のほうが振動は大きく、ことに二重底の横振動が大きい。

- 4) 軸系振動により誘起される船体振動は満載のほうが小さい。

- 5) 軸系振動においては、ねじり 1 節振動は上部構造の前後振動に、ねじり 2 節振動は架構の横振動に、縦 0 節振動は船体上下振動に影響する割合が大である。

1.9 SHIP No. 42.— J

SHIP NO.	42-J
BUILDER	MITSUBISHI YOKOHAMA

PARTICULARS OF SHIP

H U L L		M A I N   E N G I N E													
KIND & TYPE	TANKER FLUSH DECKER	KIND & TYPE	DIESEL, 9RD90												
CLASS	AB	NUMBER	1												
CONSTRUCTION	LONG SYSTEM	POSITION OF ENG.	AFT												
Loa	250m 00	B.H.P. (MCR)	20,700 PS												
Lpp		R.P.M. (MCR)	123												
Bmld	37m 20	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub> 0												
Dmld	18m 50		F <sub>v2</sub> 0												
d full	14m 021		F <sub>H</sub> 0												
△full	104,826 LT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> 44.2 t-m												
D.W.	88,279 LT		M <sub>v2</sub> 74.6 t-m												
C <sub>b</sub> full	0.893		M <sub>H</sub> 44.2 t-m												
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub> 345,300,000 mm <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	P R O P E L L E R													
	I <sub>H</sub>	NUMBER	1												
WEB AREA	A <sub>v</sub> 1,451,000 mm <sup>2</sup>	NUMBER OF BLADES	5												
	A <sub>H</sub> 2,248,000 mm <sup>2</sup>	DIAMETER	6m 400												
		<table border="1"> <tr> <td>a<sub>1</sub>/D<sub>P</sub></td> <td>28.1 %</td> </tr> <tr> <td>a<sub>2</sub>/D<sub>P</sub></td> <td></td> </tr> <tr> <td>b<sub>1</sub>/D<sub>P</sub></td> <td>26.4 %</td> </tr> <tr> <td>b<sub>2</sub>/D<sub>P</sub></td> <td>26.6 %</td> </tr> <tr> <td>c/D<sub>P</sub></td> <td>26.9 %</td> </tr> <tr> <td>d/D<sub>P</sub></td> <td>∞ %</td> </tr> </table>		a <sub>1</sub> /D <sub>P</sub>	28.1 %	a <sub>2</sub> /D <sub>P</sub>		b <sub>1</sub> /D <sub>P</sub>	26.4 %	b <sub>2</sub> /D <sub>P</sub>	26.6 %	c/D <sub>P</sub>	26.9 %	d/D <sub>P</sub>	∞ %
a <sub>1</sub> /D <sub>P</sub>	28.1 %														
a <sub>2</sub> /D <sub>P</sub>															
b <sub>1</sub> /D <sub>P</sub>	26.4 %														
b <sub>2</sub> /D <sub>P</sub>	26.6 %														
c/D <sub>P</sub>	26.9 %														
d/D <sub>P</sub>	∞ %														

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	900 mm	TEST $\Delta\zeta$			
	PISTON STROKE	1,550 mm	LOAD CONDITION	FULL LOAD		
	CYL. NUMBER	9	BRACINGS	WITH OUT		
FIRING ORDER	1-6-7-3-4-9-2-5-8		DATE	Nov. 8 1967		
			PLACE	SAGAMI BAY		
VECTOR SUMMATION H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9, 18 ORDER 9.000	WEATHER	FINE		
	X-TYPE	1, 8, 10, 17 " 0.119	SEA CONDI.	SLIGHT ~ SMOOTH		
		2, 7, 11, 16 " 0.386	DEPTH OF WATER	ABOUT 1.000 m		
		3, 6, 12, 15 " 3.985	$\triangle$ test	95.747 LT		
		4, 5, 13, 14 " 1.281	df	12m86		
			dm	12m85		
OTHER			da	12m83		
			PROPELLER IMMERSION	100 %		
MEASURING POINTS & INSTRUMENT						
MEASURING POINT & DIREC.			$\Delta\zeta$ OF POINTS	TYPE OF PICK UP		
2	H					
2'	V					
3	H			DISPLACEMENT		
3 <sub>0</sub>	H			METER		
5	V					
5'	V					

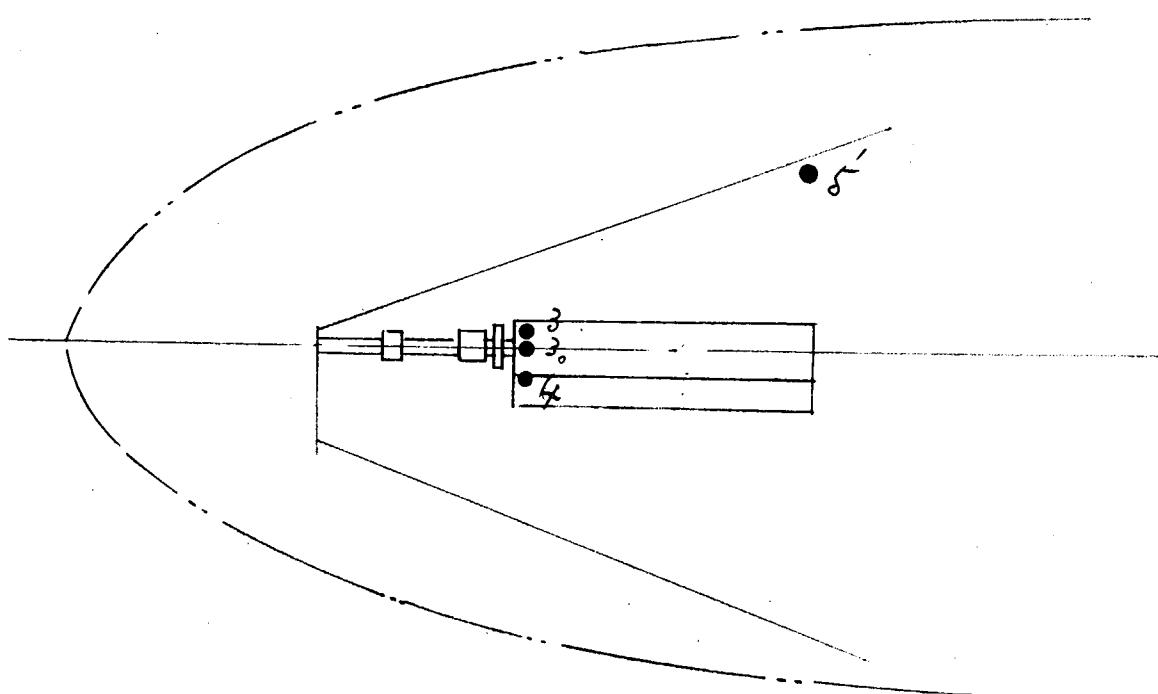
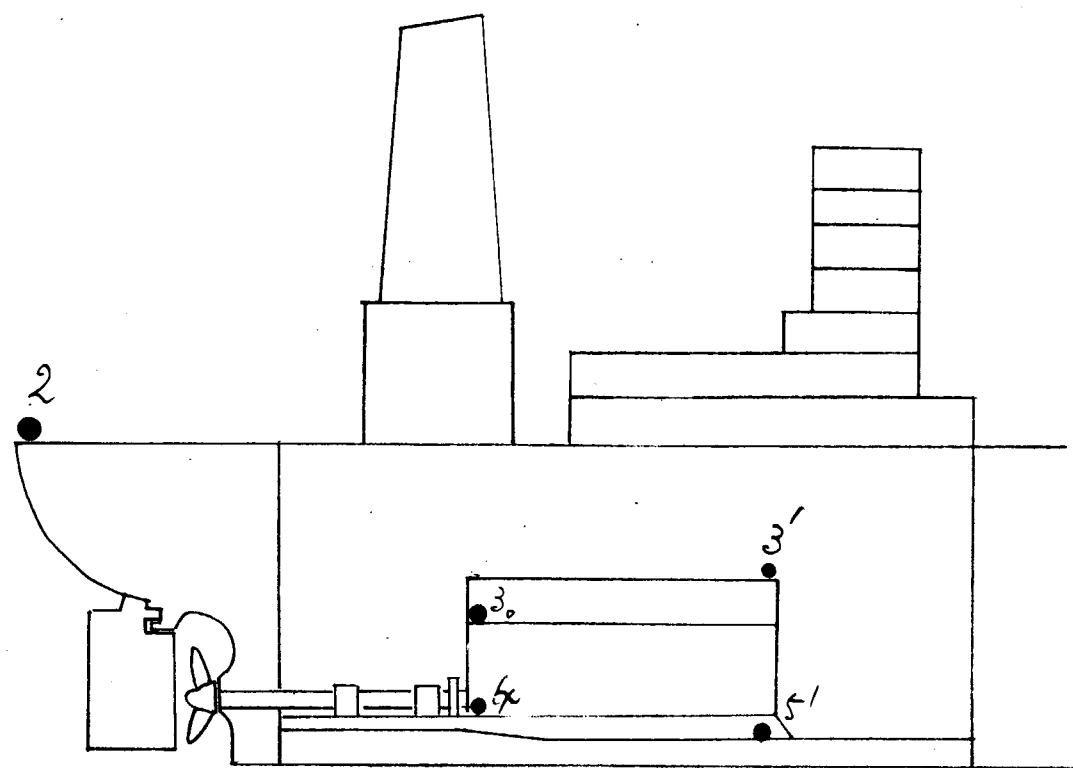


図 1.9.1 MEASURING POINTS

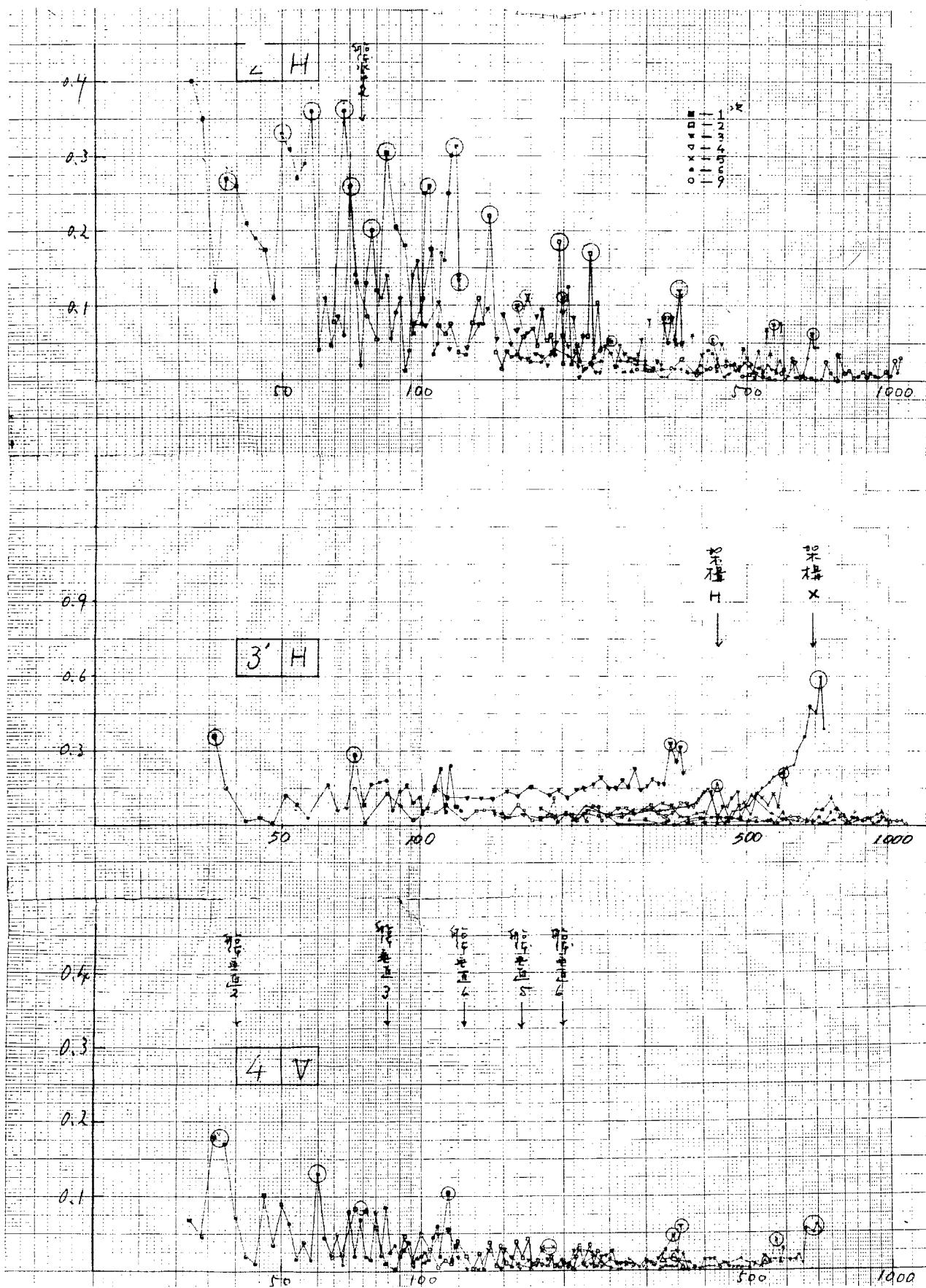


図 1.9.2

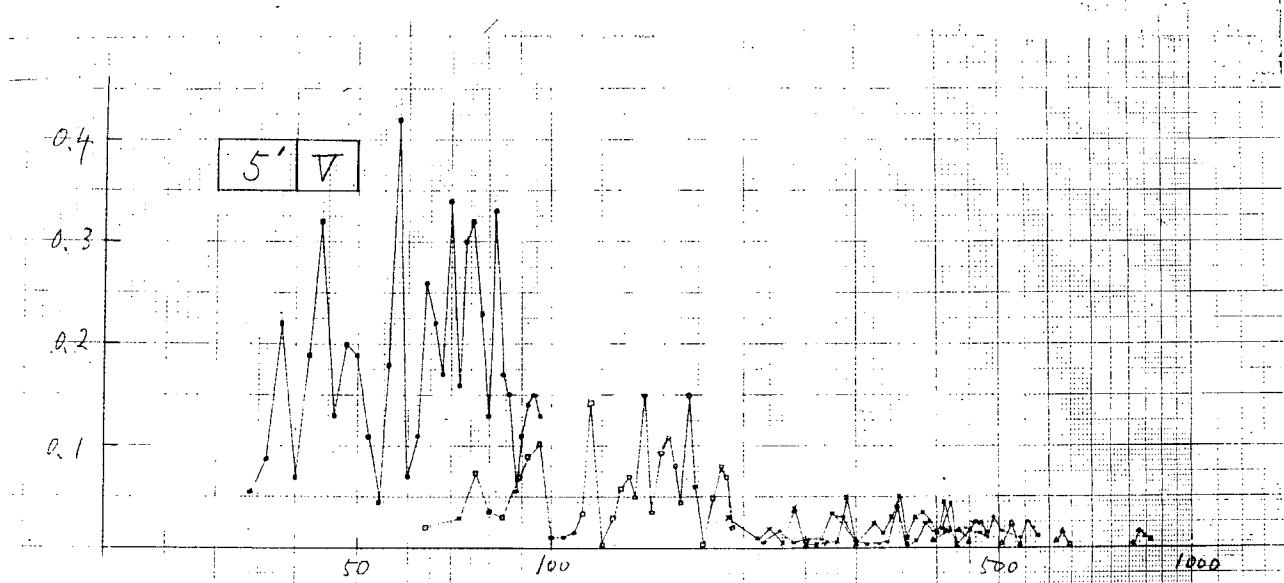
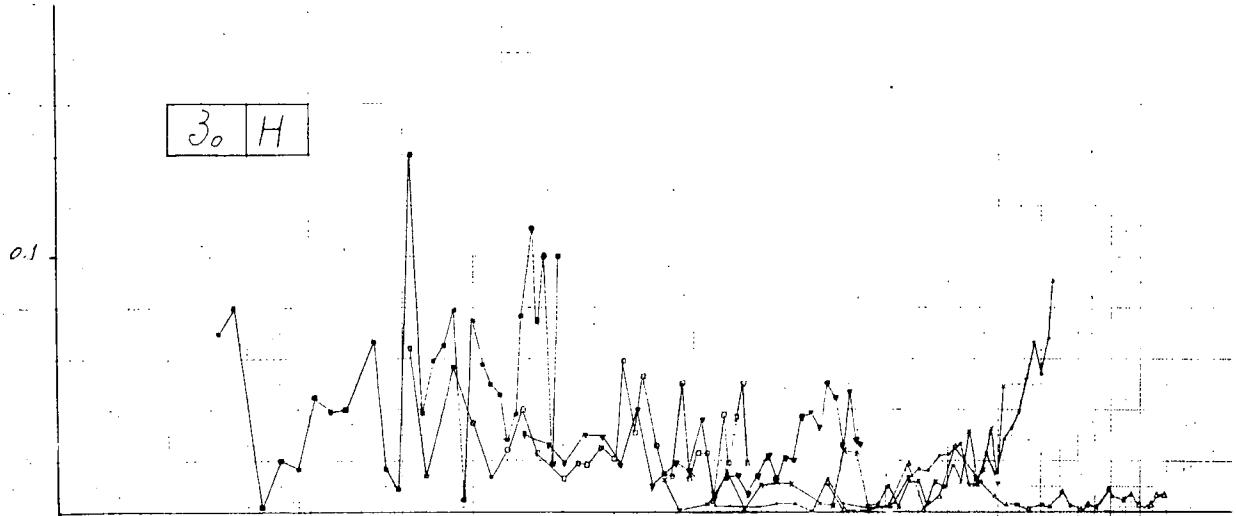


図 1.9.3

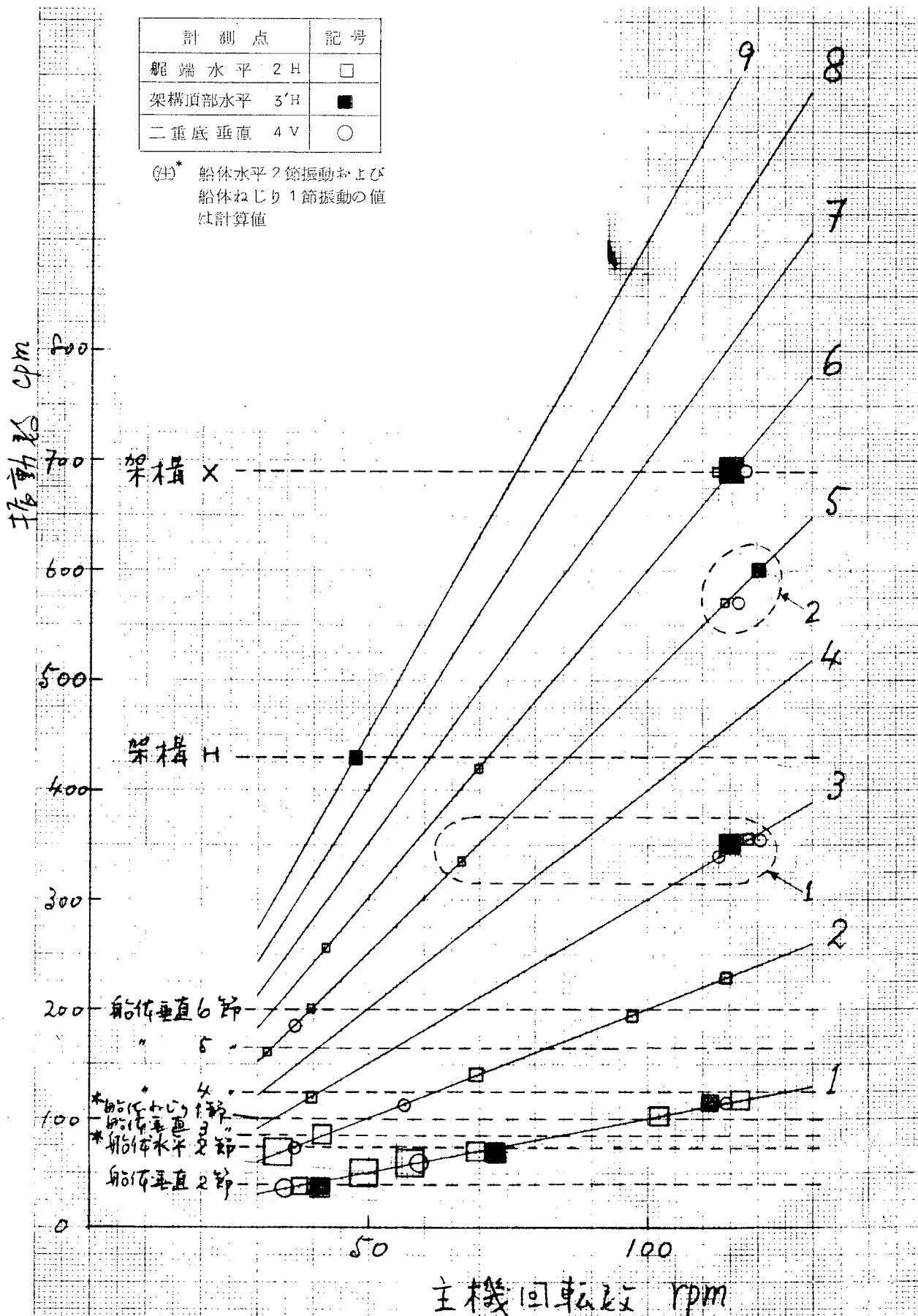


図 1.9.4

## [測定結果について]

H形振動は9次、X形振動は6次成分で起振される。

H形振動(48 rpm、9次)は、回転数の低いところであらわれ、起振力が小さいため振動振幅も小さく、船体におよぼす影響はつきりとは見られない。

X形振動(112.5 rpm、6次)時には架構振幅もかなり大きくなり、このとき、二重底上下、および船尾端水平振動にも共振点がみられる。その他35.0 cpmで3次、5次の成分および、58.0 cpm前後で5次成分のピークが、船尾端水平、二重底垂直、架構頂部水平でみられるが、これらは、いずれも船体振動によるものと推定される。

6 RD 90 機関および9 RD 90 機関の両方について共通していえることは、架構共振においてその振動が大きければ二重底上下、および船尾端水平にもその影響があらわれるということである。

## [参考]

船体水平固有振動数計算には次式を用いた。

$$f_2 = k_H^* \sqrt{\frac{I_{Hv}}{W_H^{**} L^3}} \cdot \frac{B}{D}$$

ただし、 $f_2$  : 2節振動数 cpm

$I_{Hv}$  :  $\textcircled{e}$ における水平軸まわりの断面二次モーメント  $m^4$

L : 船の長さ  $L_{PP}$  m

B : 船の幅 m

D : 船の深さ m

で実測船については、

### i) 6 RD 90、バルクキャリア

平均吃水 11.5 m

$W_H = 9,170,000 \text{ ton}$

$k_H = 2.964 \times 10^6$

となり計算結果  $f_2 = 8.0 \text{ cpm}$

### ii) 9 RD 90、タンカ

平均吃水 14.0 m

$W_H = 14,800,000 \text{ ton}$

$k_H = 2.723 \times 10^6$

$f_2 = 7.45 \text{ cpm}$

船体ねじれ固有振動数計算には、次式を用いた。

$$f = \frac{6.0}{2\pi} \sqrt{C \cdot \lambda} \sqrt{\frac{g \alpha J_0}{\Delta r_0^2 L (1+n)}}$$

$$* \quad k_H = 2.53 \times 10^5 \times C + 2.47 \times 10^6 \\ 7.94 \times 10^5 \times C + 2.17 \times 10^6$$

タンカ

$C = \Delta / \Delta_{full}$

バルクキャリア

$$** \quad W_H = \Delta \left( 1 + 1.1 \frac{d}{B} \right) \text{ ton}$$

$\Delta = \text{排水量} \text{ ton}$

d = 平均吃水 m

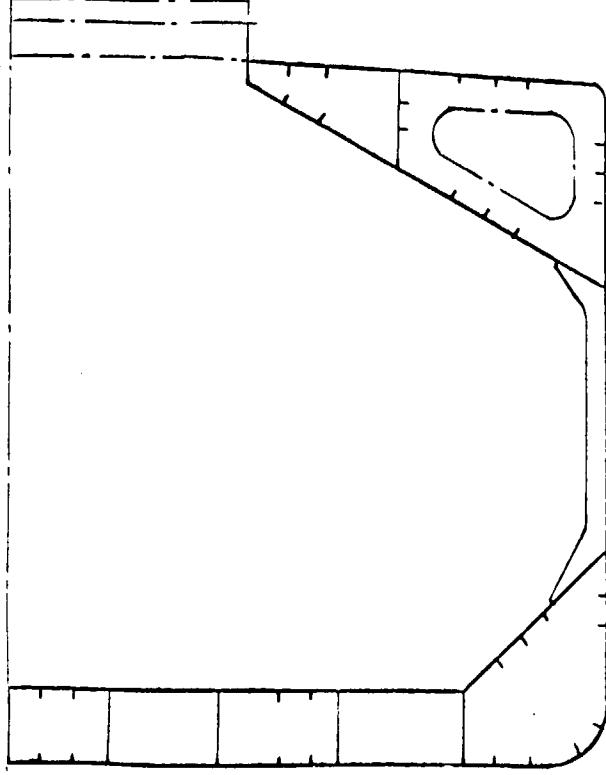
## 1.10 SHIP No. 42-K

SHIP NO.	S. 42-K
BUILDER	MITSUI(TAMA)

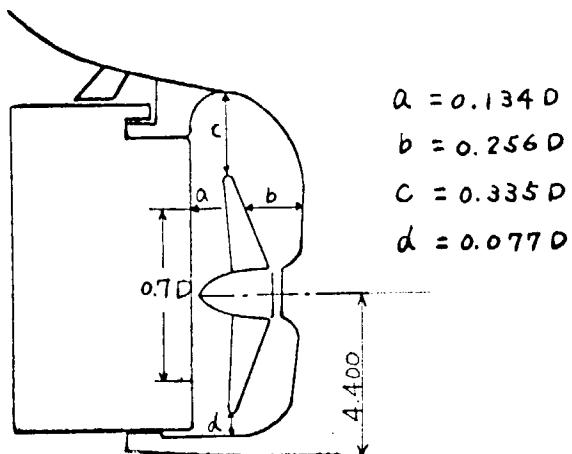
## PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	BULK CARRIER FLUSH DECKER	KIND & TYPE	MITSUI B & W 884VT2BF-180
CLASS	NK	NUMBER	1 SET
CONSTRUCTION	COMBINED SYSTEM	POSITION OF ENG.	AFT
Loa	230.00	B.H.P.	18,400PS
Lpp	220.00	R.P.M. (MCR)	114
Bmld	31.08	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub> 0
Dmld	18.45		F <sub>v2</sub> 0
d full	12.03		F <sub>H</sub> 0
△full	73,400 KT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> 6
D.W.	60,150 KT		M <sub>v2</sub> 0
C <sub>b</sub> full	0.829		M <sub>H</sub> 28 t.m
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub> I <sub>H</sub>	PROPELLER	
WEB AREA	A <sub>v</sub> A <sub>H</sub>	NUMBER	1
		NO. OF BLADES	5
		DIAMETER	6.05

## SKETCH OF SECTION



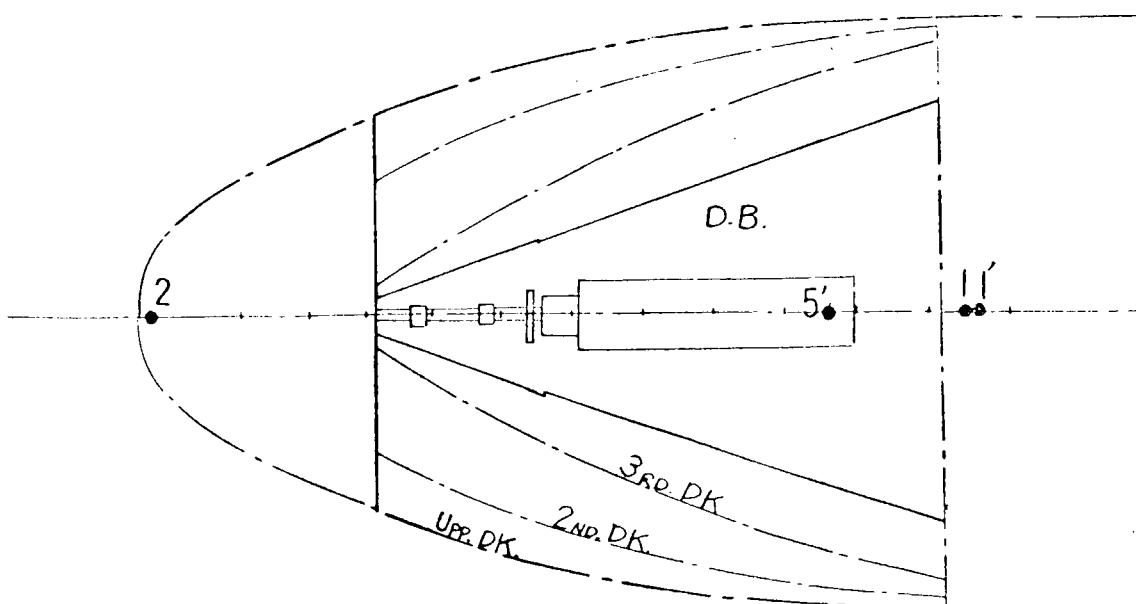
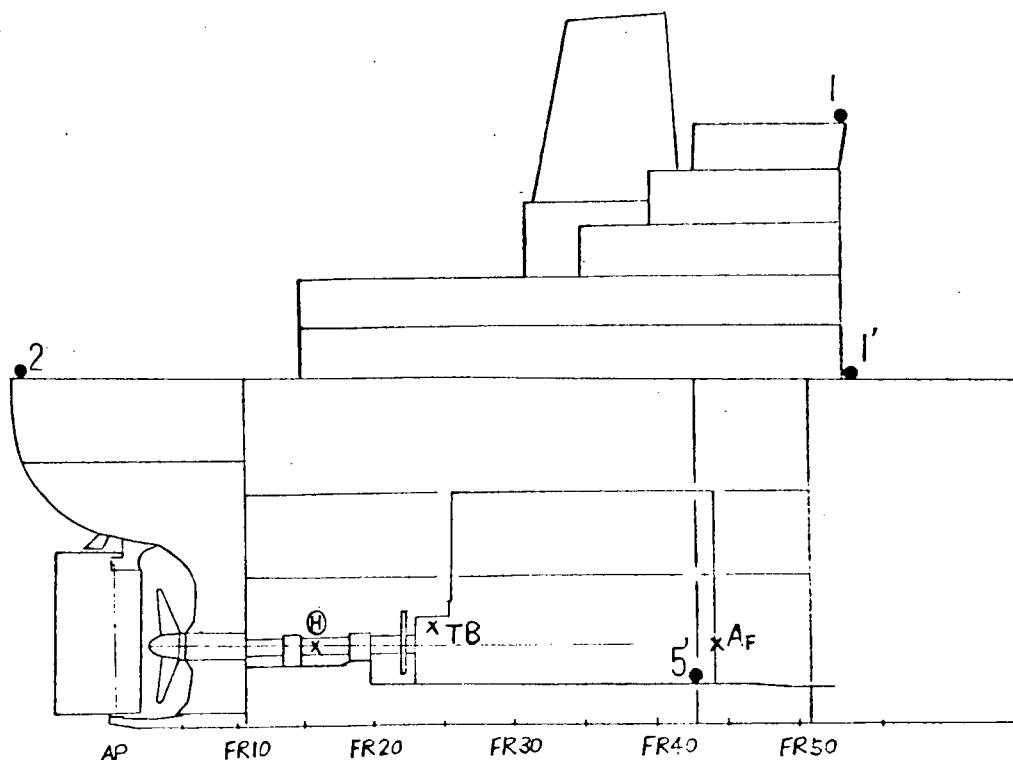
## SKETCH OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION				
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	840mm	TEST NO.				
	PISTON STROKE	1,800mm	LOAD CONDITION	BALLAST			
	CYL. NO.	8	BRACINGS				
FIRING ORDER	1-8-3-4-7-2-5-6		DATE	8. NOV. 1967			
			PLACE	OFF TOSA			
VECTOR SUMMATION MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE		WEATHER	CLOUDY			
	X-TYPE		SEA CONDI.	SMOOTH			
			DEPTH OF WATER	110 m			
			test	36.700 KT			
			df	5.m 4			
			dm	6.m 455			
OTHER			da	7.m 51			
			PROPELLER IMMERSION	48 %			
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT				
			MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINTS : TYPE OF PICK UP			
			1 L.H.				
			1' L	5 ** (23) ACCELERATION METER			
			2 VH				
OTHER DESCRIPTION			5' V	1 ACCELERATION METER			
* AT 100 R.P.M.			AF	DIFFERENTIAL TRANSFORMER			
** TOTAL MEASURING POINTS			TB	ACCELERATION METER			
			(H)	STRAIN GAUGE			

# MEASURING POINT

- VIBRATION MEASURING POINT OF STRUCTURE
- × " OF SHAFT
- A<sub>F</sub> AXIAL VIBRATION
- ⊕ TORSIONAL VIBRATION
- TB FORE AND AFT VIBRATION OF THRUST BLOCK



[图] 1.1.0.1 MEASURING POINT

記号

- — 1 \*
- — 2
- ▼ — 3
- ▽ — 4
- × — 5
- — 6
- — 7
- ▲ — 8

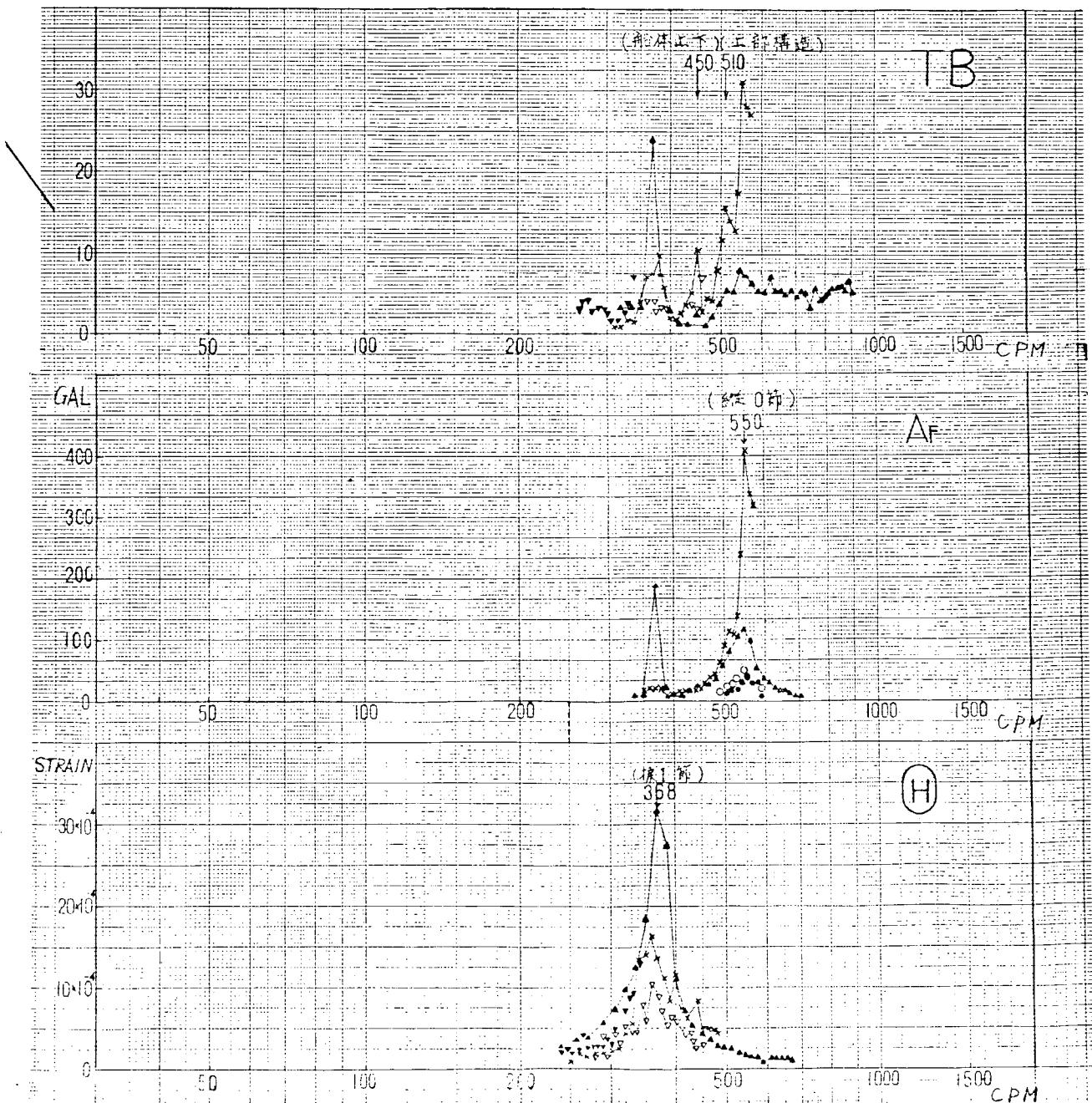
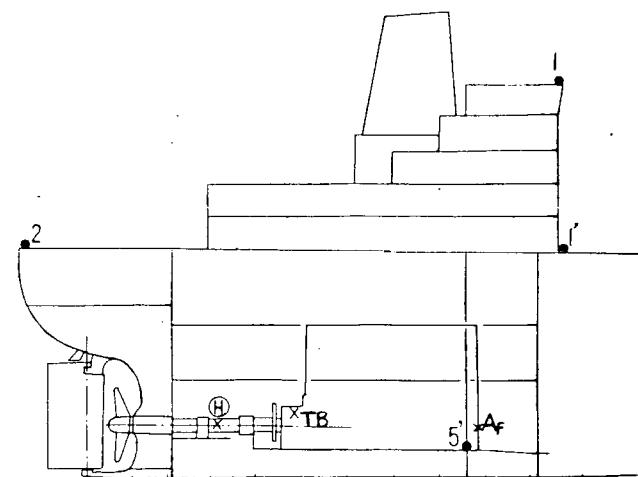


図 1.10.2 (a)

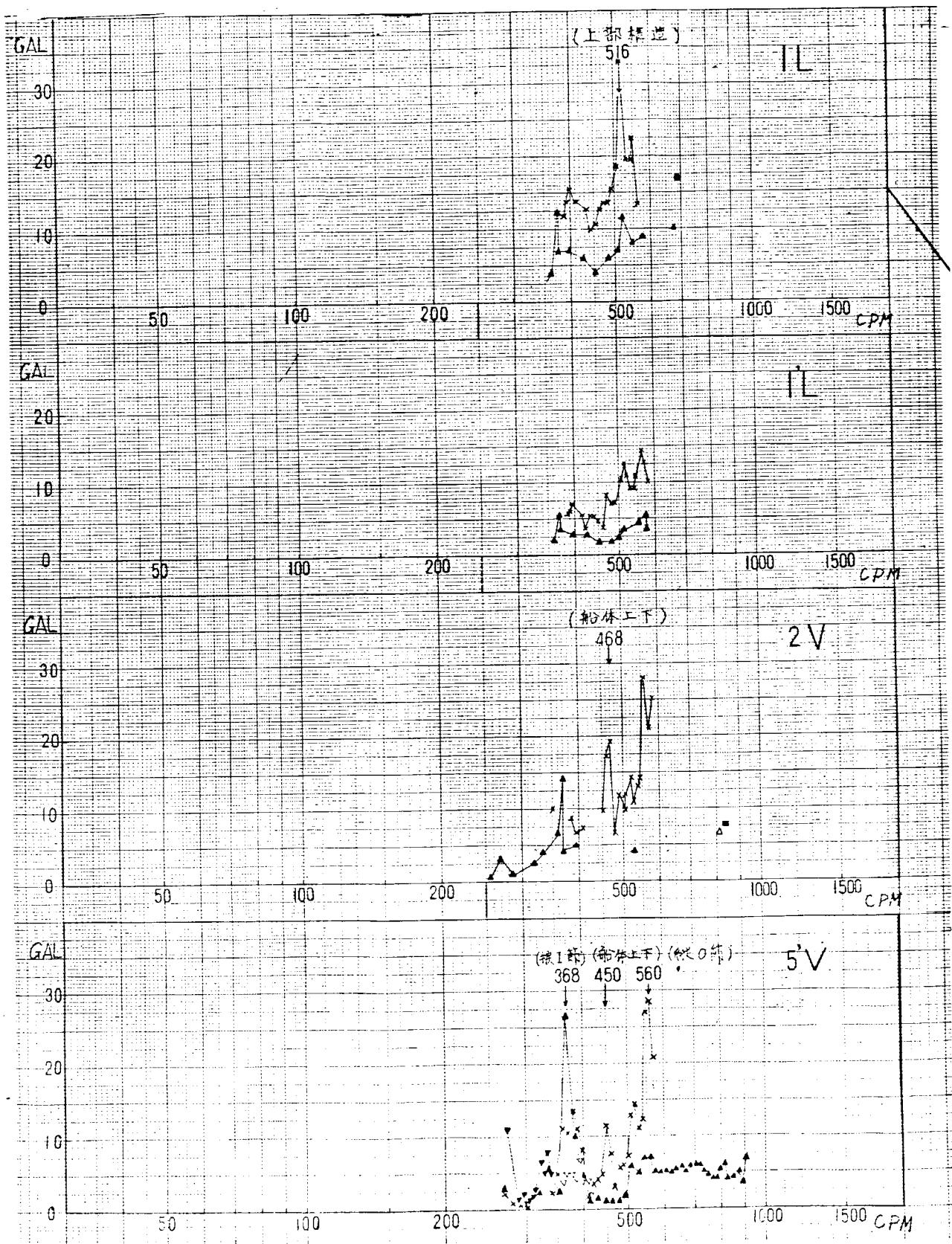


図 1.1.0.2 (b)

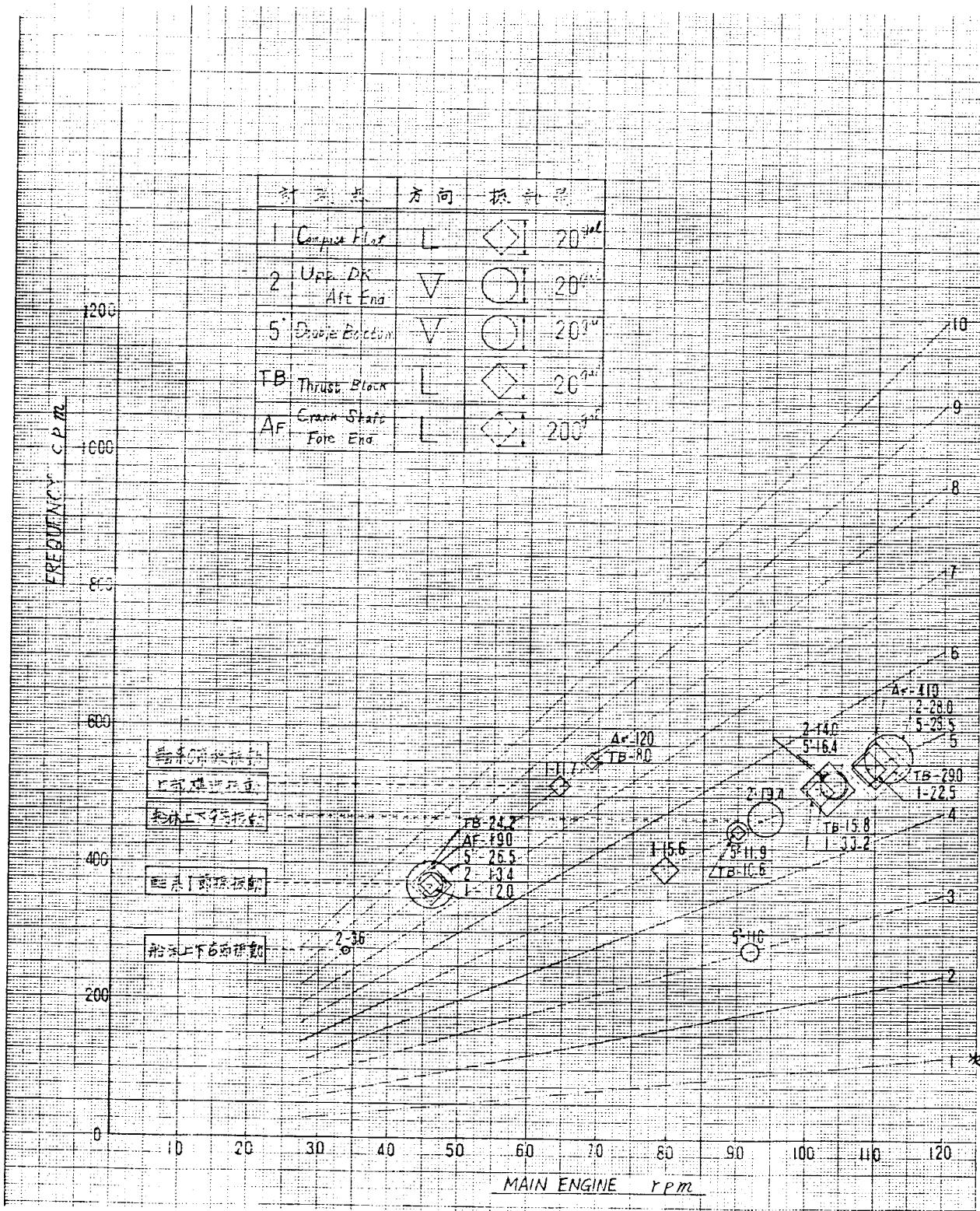


図 1.1.0.3

### [ 解析結果 ]

- 1) 368 cpm 付近にこの軸系の 1 節ねじり振動数に相当する 8 次のピークが中間軸のねじり振動、クラランク軸の縦振動、スラストプロツクの前後振動に現われており、それに対応して、船体側二重底の上下振動、上甲板の上下、ならびに前後、および上部構造の前後振動にも現われている。
  - 2) 550 cpm 付近に軸系の 0 節縦振動に相当する 5 次の鋭いピークがクラランク軸、スラストプロツクの共振曲線に出ており、それに対応して船体側の二重底の上下振動、上甲板の上下、前後、および上部構造の前後振動にも顕著なピークが見られる。
  - 3) 一方 516 cpm 付近に上部構造の固有振動数と思われる 5 次のピークがでており、その影響が軸系の振動のほうにも現われているようと思われる。
- 本船では特に軸系のねじり振動および縦振動がよくでており、それらの共振点では、スラストプロツク、二重底、船体上甲板、上部構造等軸系以外の部分でも振幅のピークが現われているのがわかる。

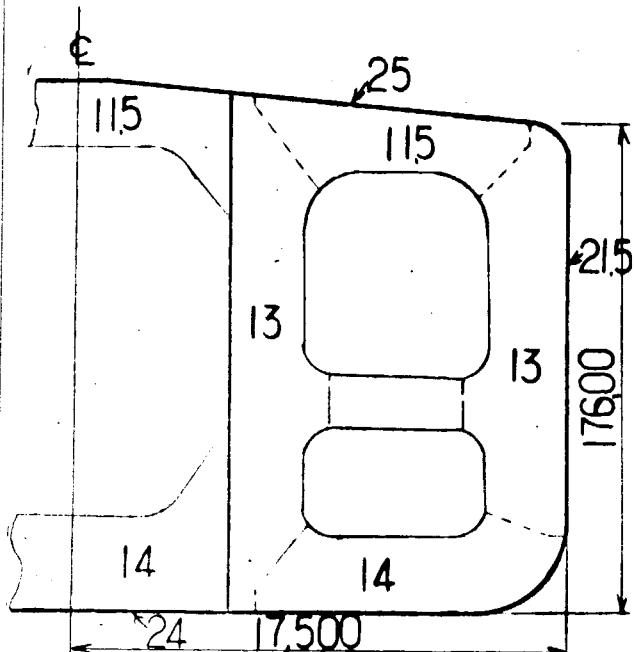
## 1.1.1 SHIP NO. 43-D

SHIP NO.	43-D
BUILDER	KULE

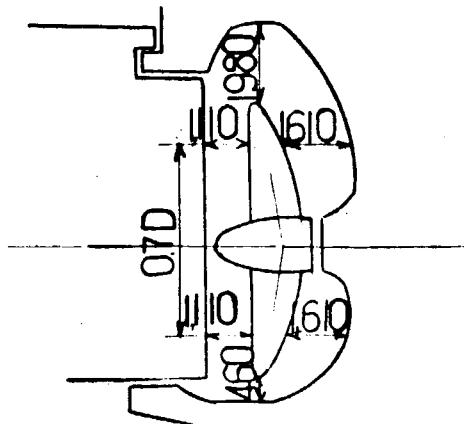
## PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	DIESEL TANKER	KIND & TYPE	IHI SULZER 9RD90
CLASS	BV	NUMBER OF CYLINDER	9
CONSTRUCTION	LONG'L SYSTEM	POSITION OF ENG.	AFT.
L o a		BHP	20700 18680
L pp	220. <sup>m</sup> 000	RPM	119 115
B mld.	35. <sup>m</sup> 000	UNBALANCED FORCE	Fv 1 0
D mld.	17. <sup>m</sup> 600		Fv 2 0
d full	12. <sup>m</sup> 190		F <sub>H</sub> 0
△ full	77765 KT	UNBALANCED MOMENT	Mv 1 57 t - m
D. W.	63.000 LT		Mv 2 79 t - m
Cb full	0.819.8		M <sub>H</sub> 36 t - m
MOMENT OF INERTIA	I <sub>V</sub> 2528 × 10 <sup>8</sup> (m <sup>2</sup> - mm <sup>2</sup> )	PROPELLER	
	I <sub>H</sub> 5934 × 10 " "	NUMBER	1
WEB AREA	AV 1308 m <sup>2</sup>	NO. OF BLADES	5
	A <sub>H</sub> 1697 "	DIAMETER	6. <sup>m</sup> 480

MIDSHIP SECTION



SKETCH OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGIN			TEST CONDITION								
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	900 mm	TEST NO.	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5			
	PISTON STROKE	1550 mm	LOAD CONDITION	BALLAST		FULL					
	CYL. NUMBER	9		NO LOAD		LOAD					
FIRING ORDER	1 - 6 - 7 - 3 - 4 - 9 -		WITH STRUTS	WITHOUT STRUTS	WITH STRUTS	WITHOUT STRUTS	WITH STRUTS				
	2 - 5 - 8 - 1		DATE	APR. 8 '68		APR. 12th '68		APR. 13th '68			
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9, 18 ORDER 9.000	PLACE	KURE PORT		IYONADA					
		1, 8, 10, 17 // 0.1191	WEATHER	FINE							
		2, 7, 11, 16 // 0.3861	SEA CONDITION	SMOOTH							
	X-TYPE	3, 6, 12, 15 // 3.9851	DEPTH OF WATER	ABT. 26 m		ABT. 70 m					
		4, 5, 13, 14 // 1.2812	△ TEST	43500 KT			77765 KT				
		9, 18 // 0.0673	d <sub>f</sub>	6 <sup>m</sup> 05			12 <sup>m</sup> 19				
			d <sub>m</sub>	7 <sup>m</sup> 10			12 <sup>m</sup> 19				
			d <sub>a</sub>	8 <sup>m</sup> 15			12 <sup>m</sup> 19				
			PROPELLER IMMERSION	60 %			122%				
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT								
			POINT	DIRECT	NO. OF POINT	TYPE OF PICK UP					
			1	L H	2	ACCELEROMETER					
			2	V	1	"					
			3	H L	2	DISPLACEMENT METER					
			A <sub>F</sub>	L	1	CANTI LEVER					
			5'	V	1	ACCELEROMETER					
			5"	"	1	"					
			Q	Q	1	STRAIN GAGE					

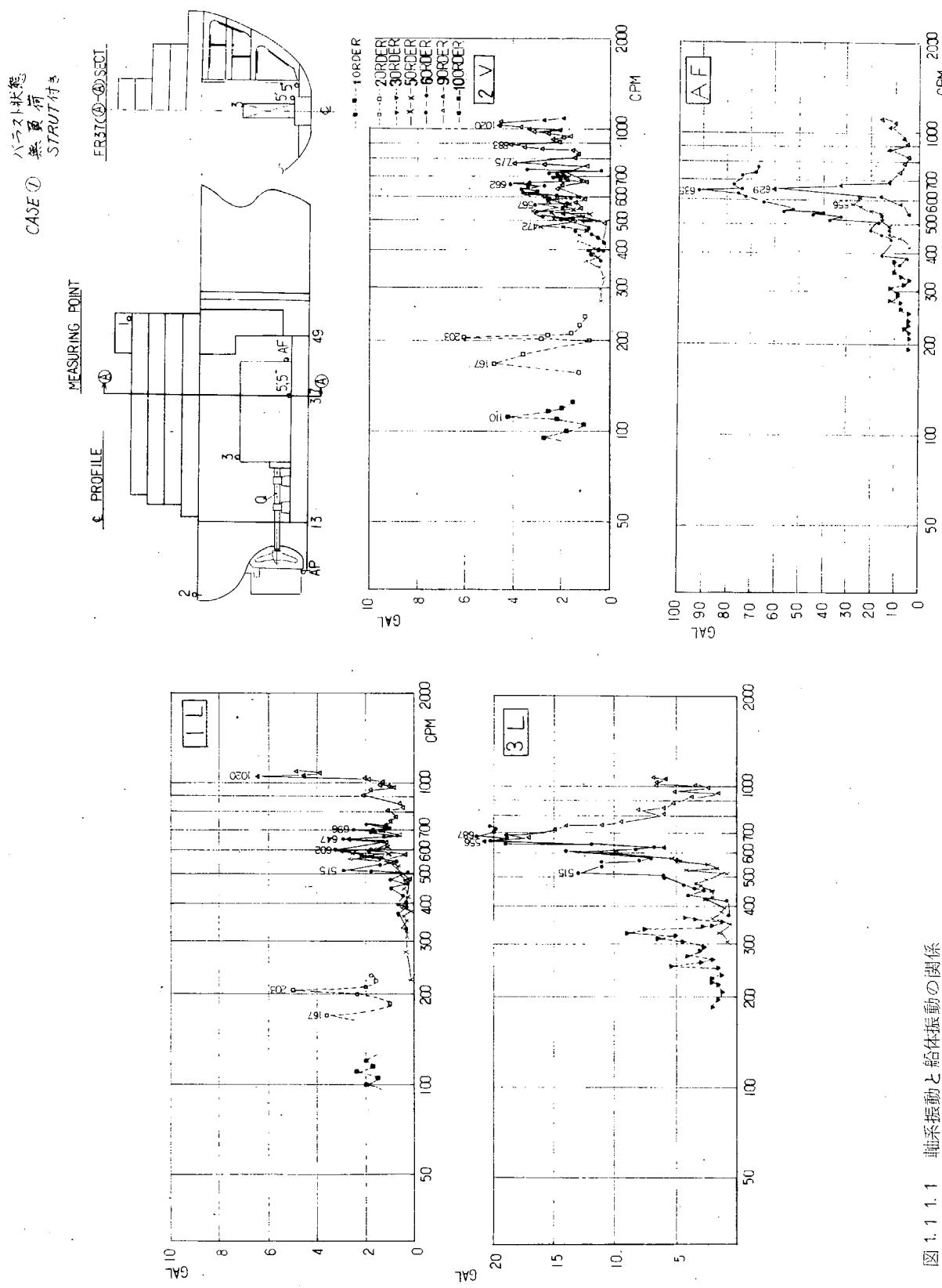
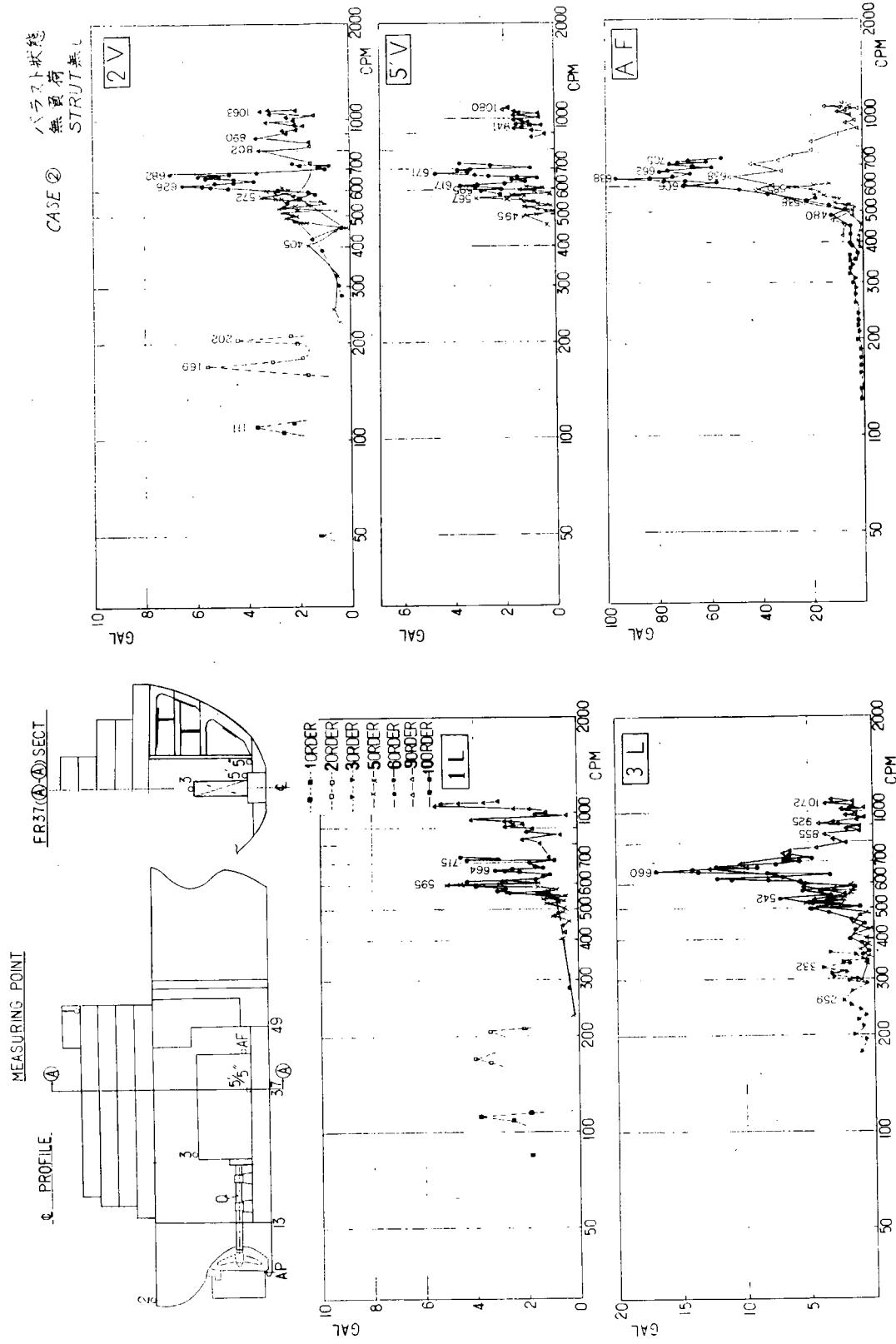


図 1.1.1.1 軸系振動と船体振動の関係



### 図 1.1.2 軸系振動と給体振動の関係

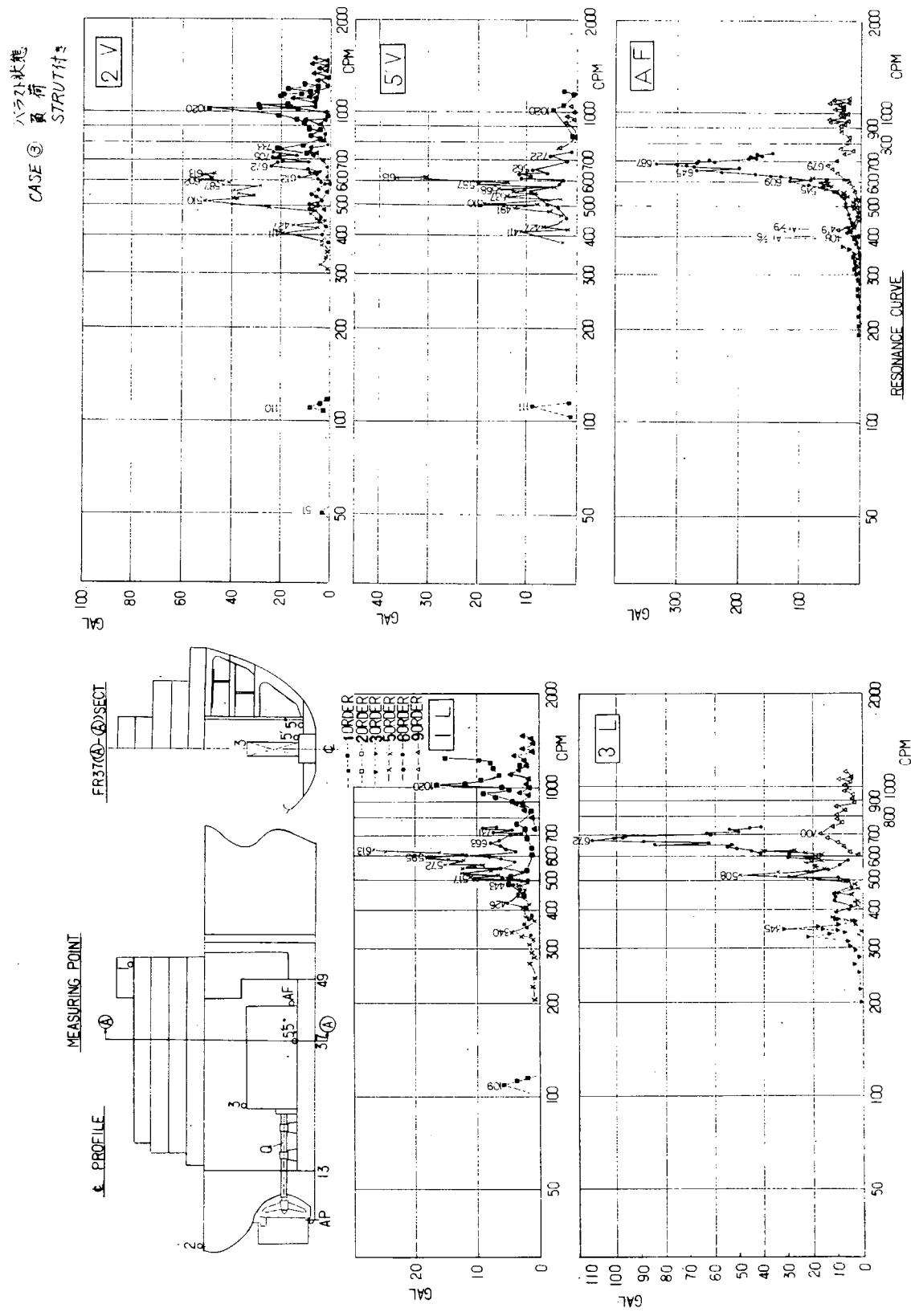


図 1.1.3 軸系振動と船体振動の関係

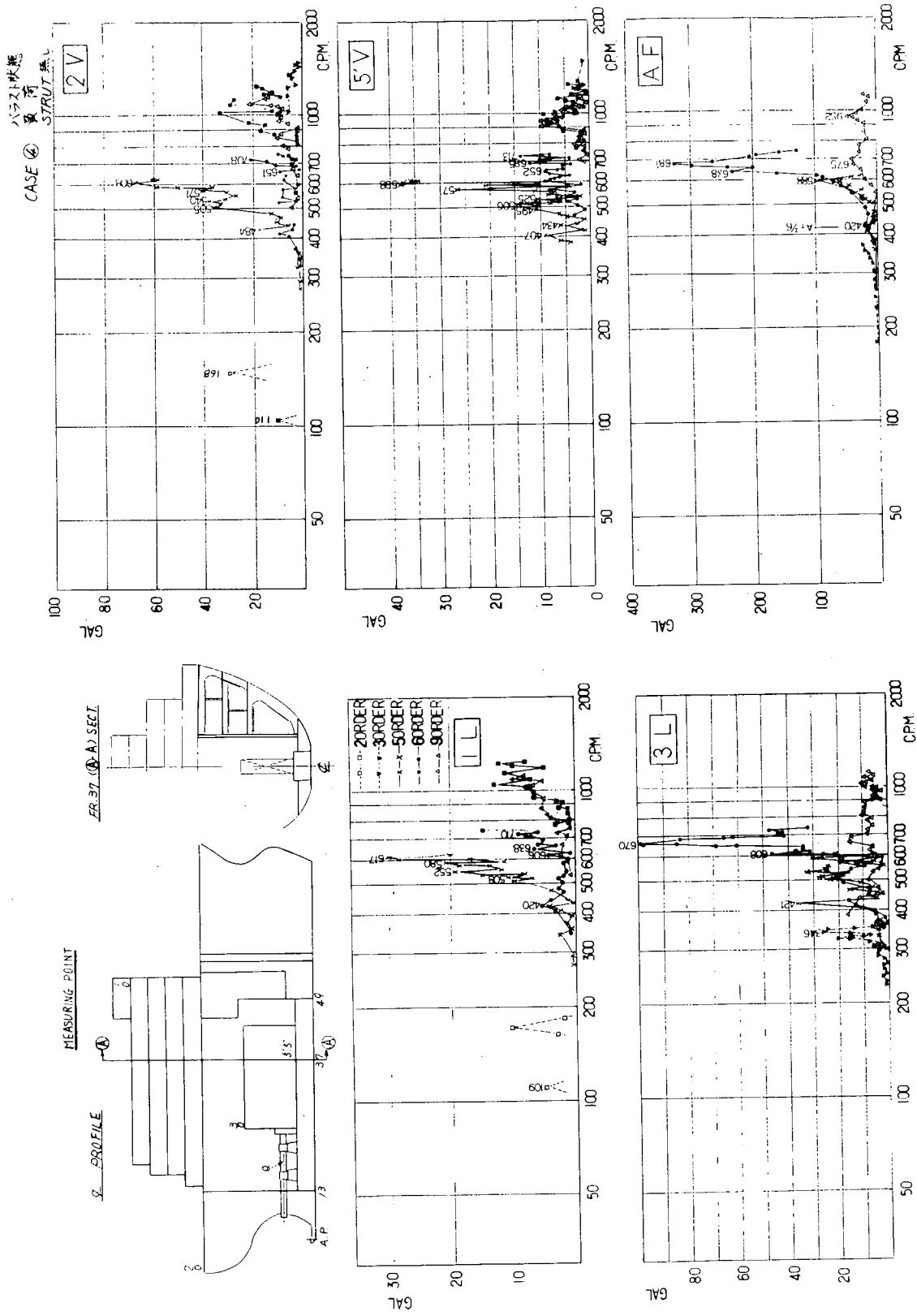


図 1.1.1.4 軸系振動と船体振動の関係

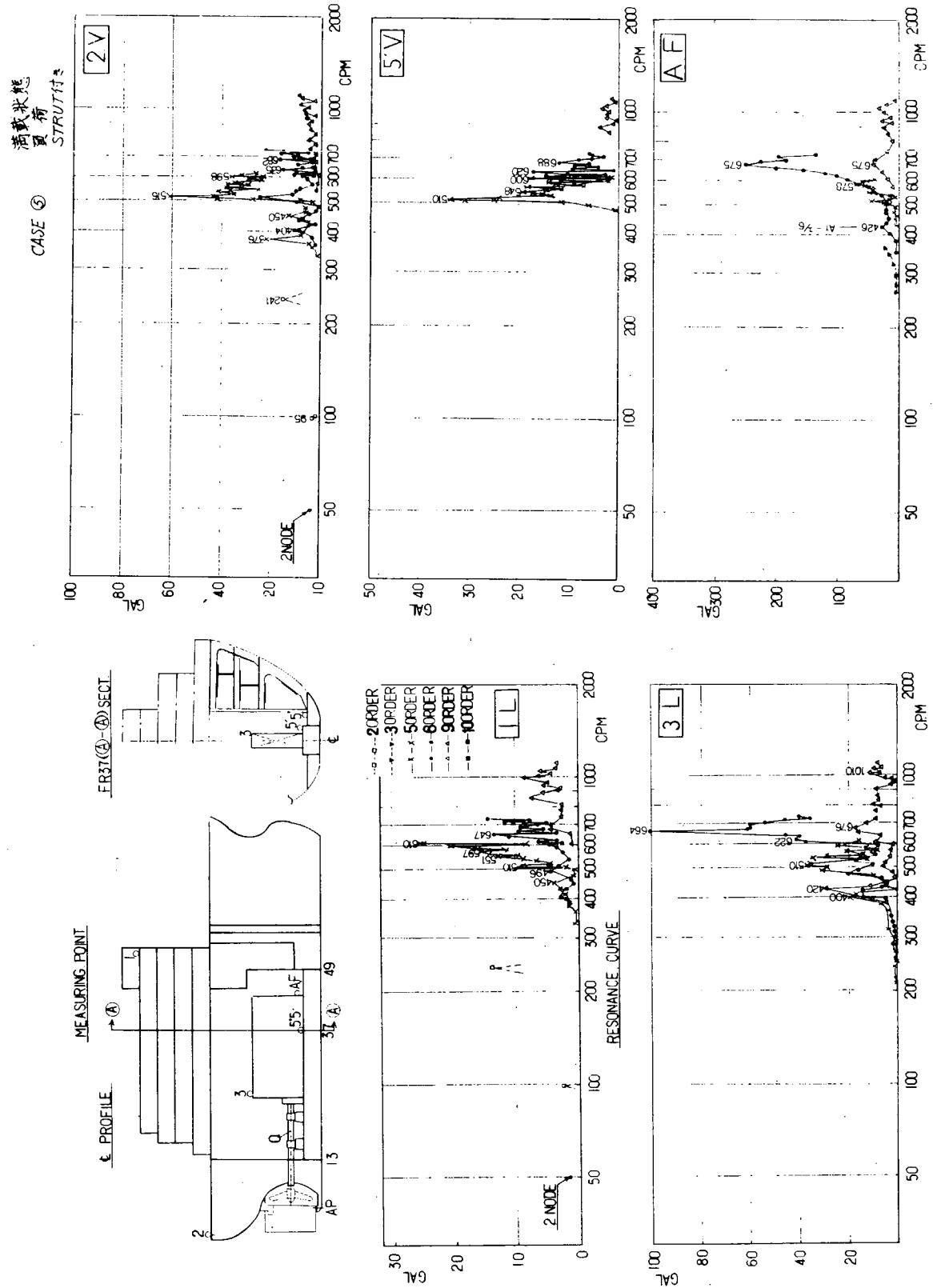


図 1.1.5 軸系振動と船体振動の関係

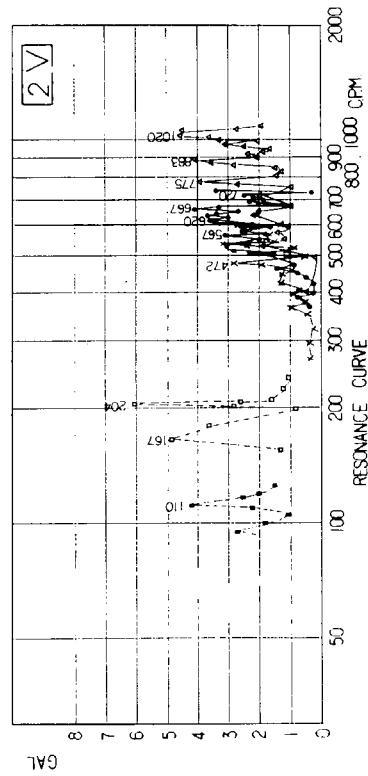
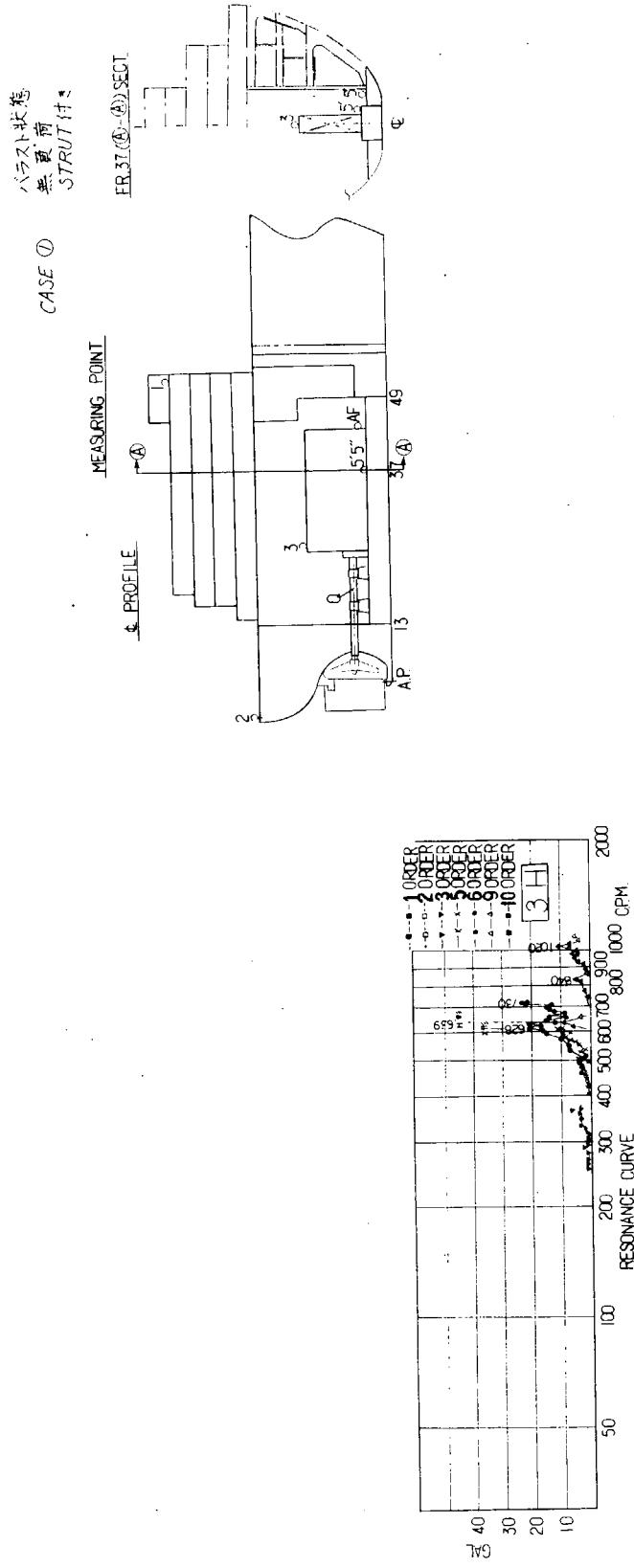


図 1.1.1.6 機関架構振動と船体振動の関係

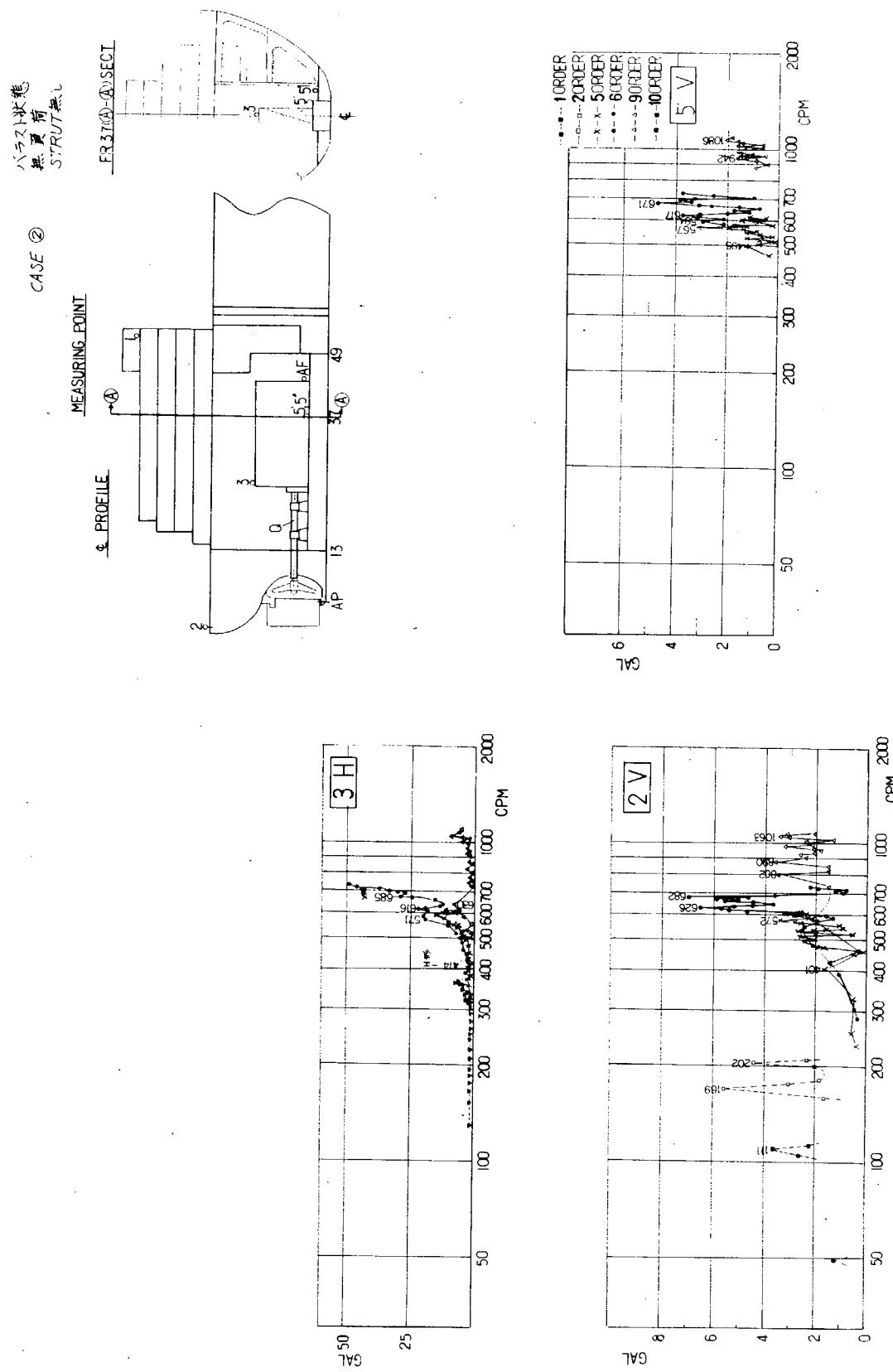


図 1.1.7 機関構振動と船体振動の関係

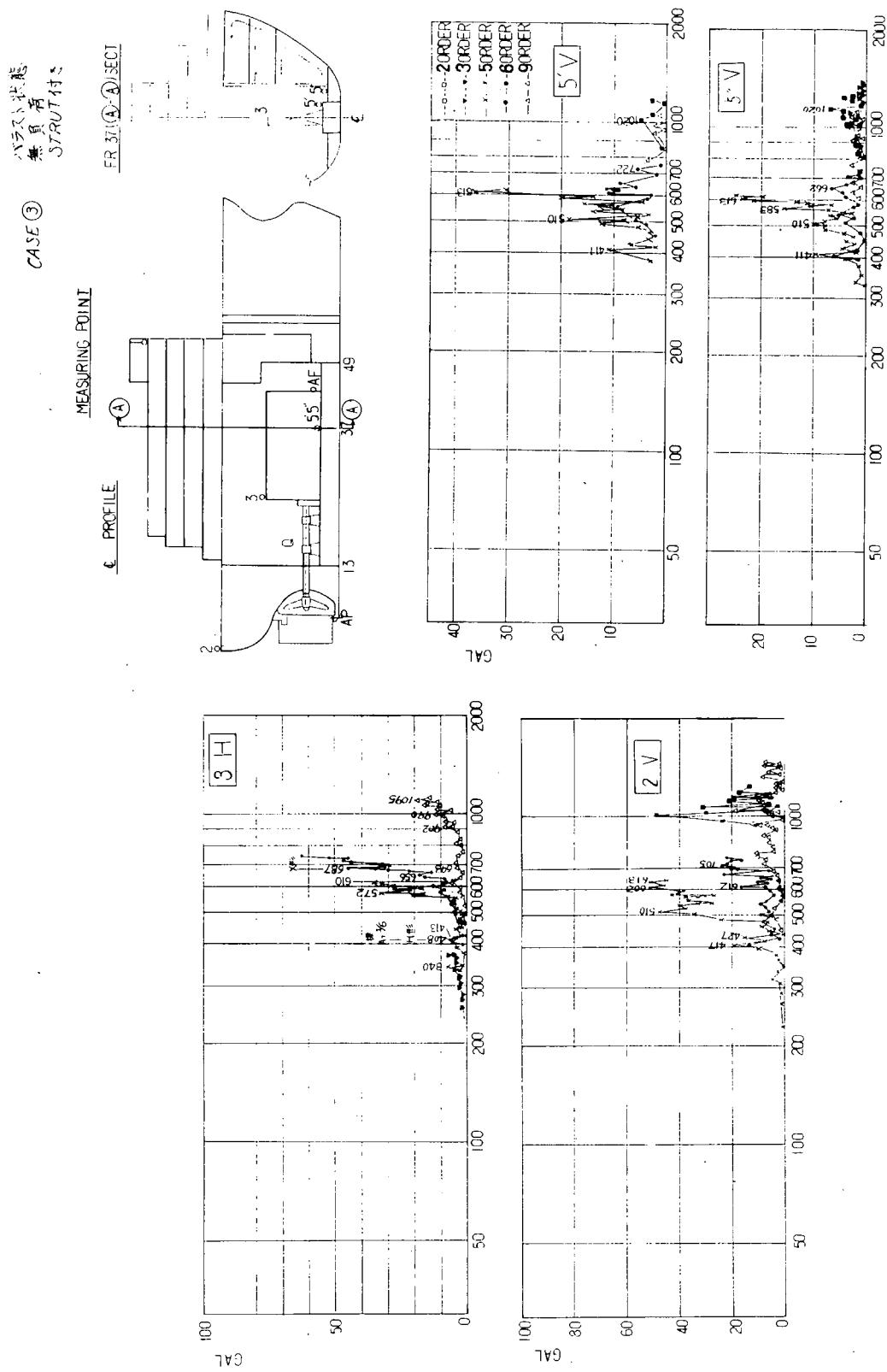


図 1.1.8 機関架構振動と船体振動の関係

CASE ④ バラスト状態  
異荷  
STRUCT無し

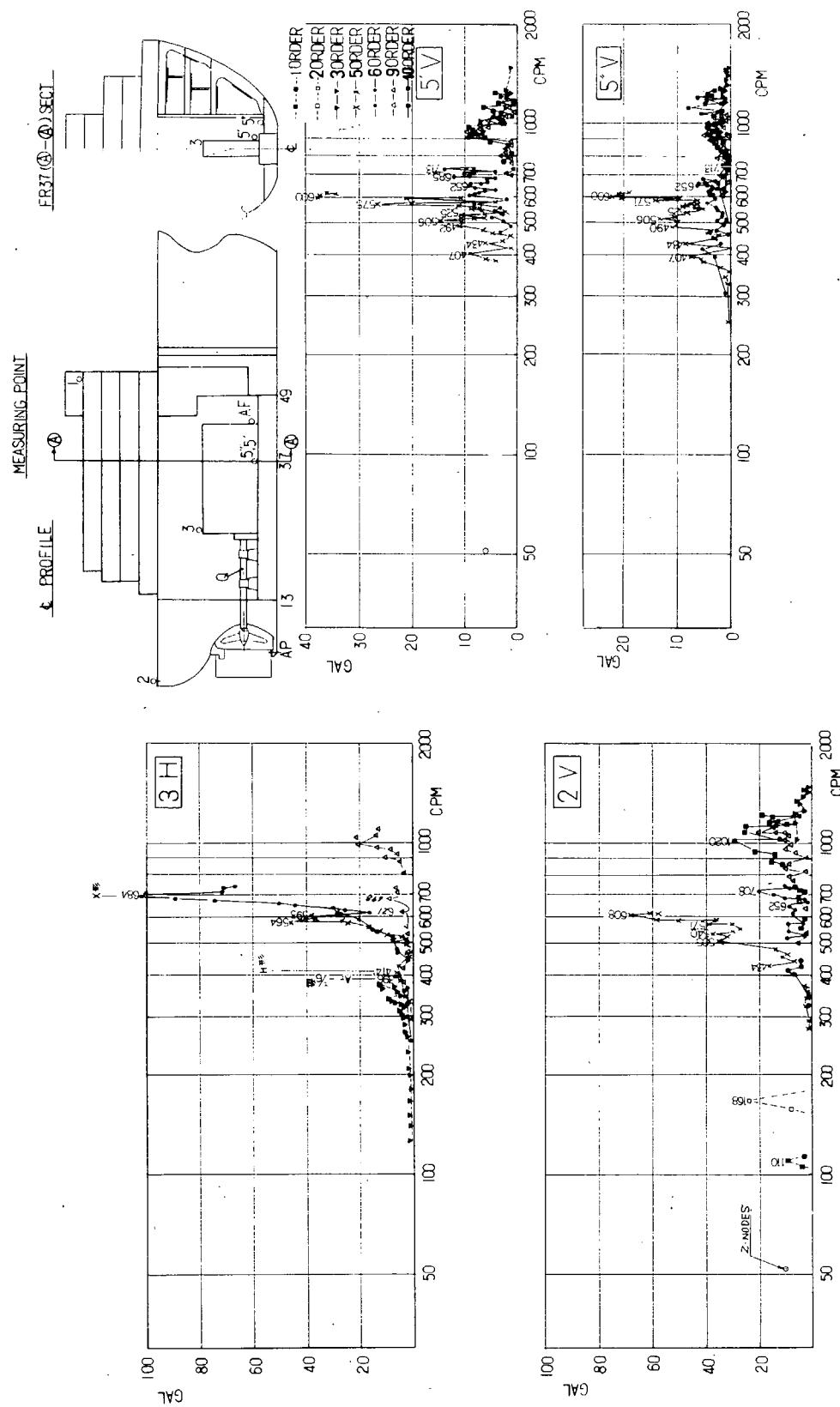


図 1.1.9 機構架構振動と船体振動の関係

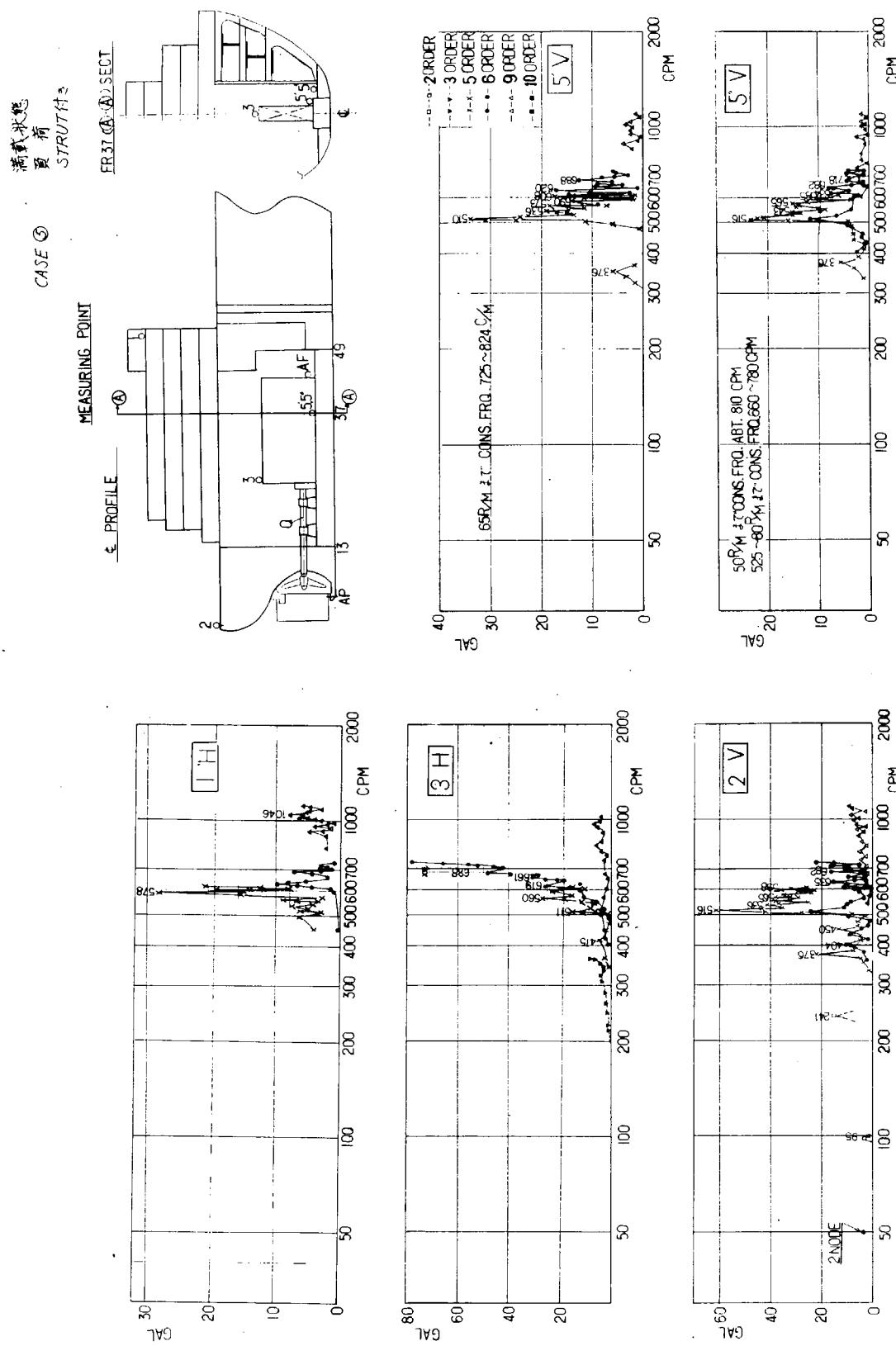


図 1.1.1.0 機関架構振動と船体振動の関係

船体及び機関振動

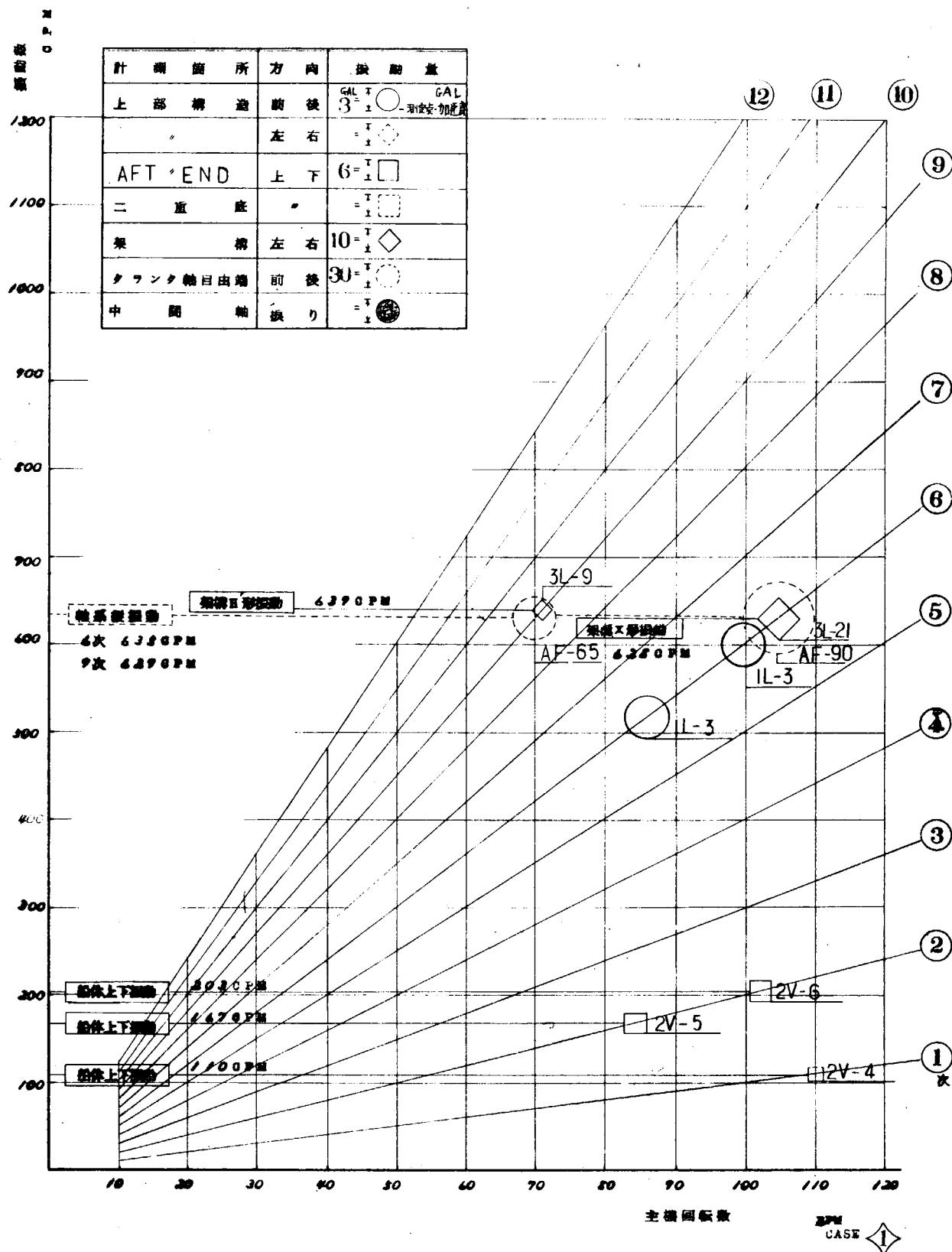


図 1.1.1.1

船体及び機関振動

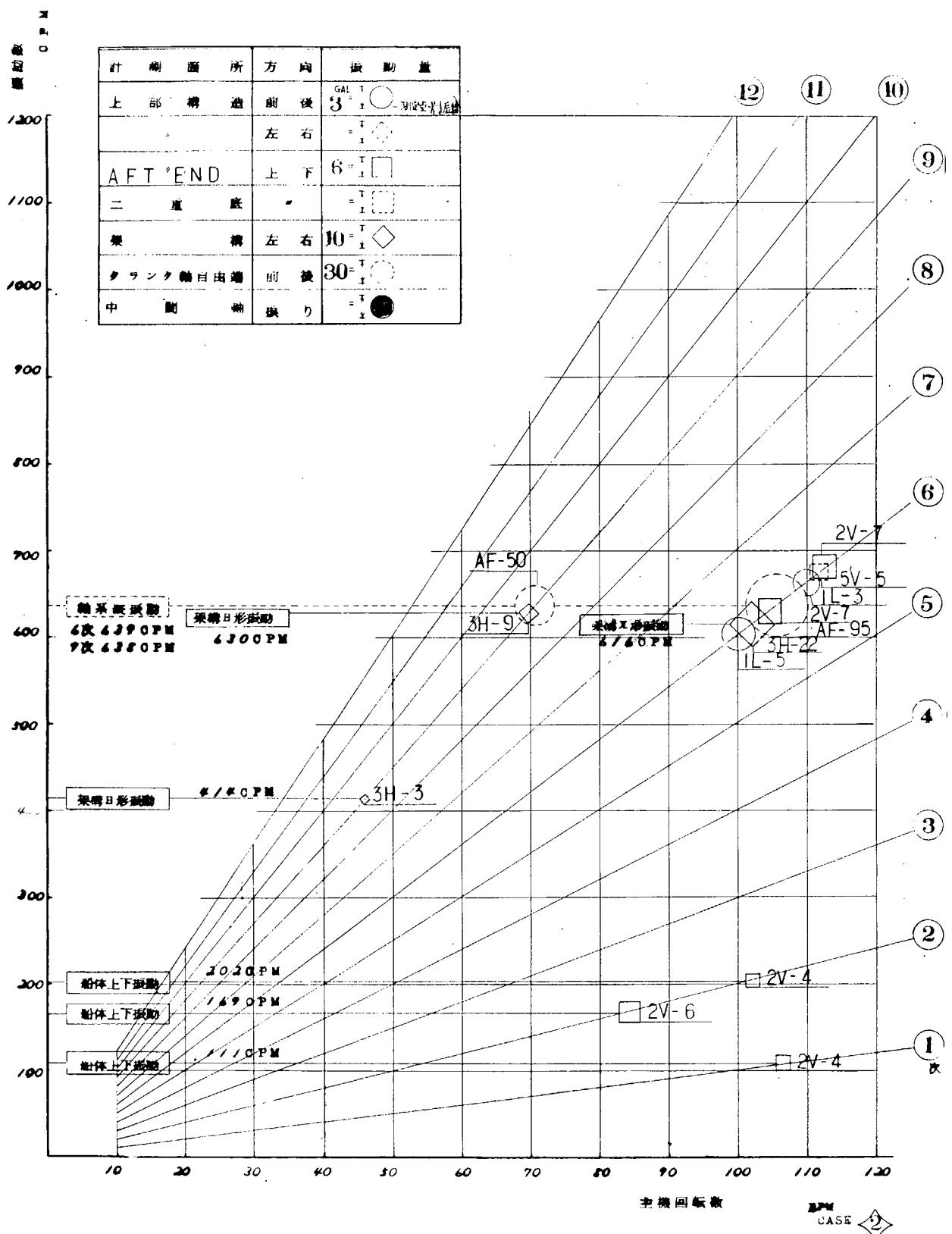


図 1.1.1.1-2

## 船 体 及 び 機 關 部

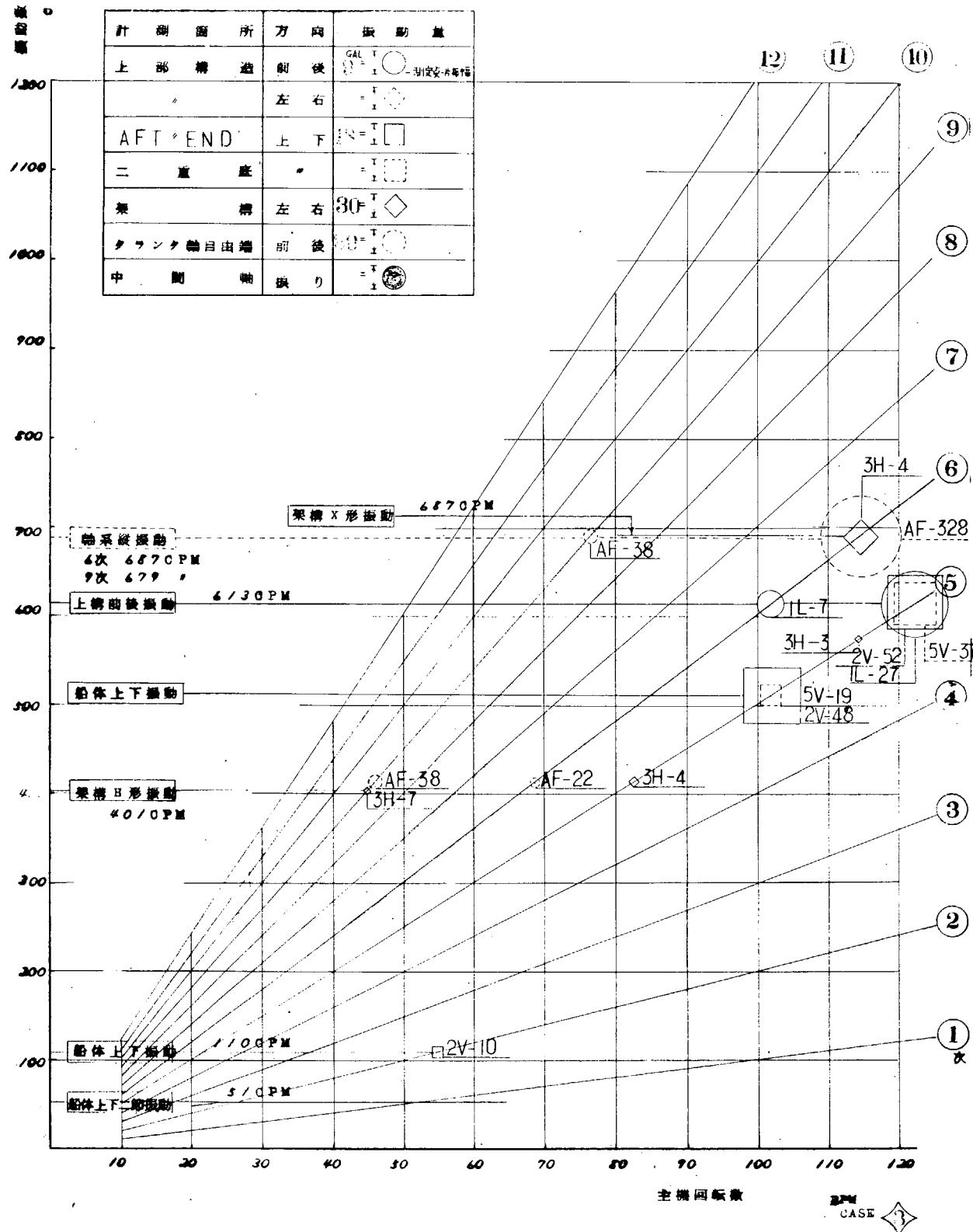


図 1.1.1.3

船体及び機関振動

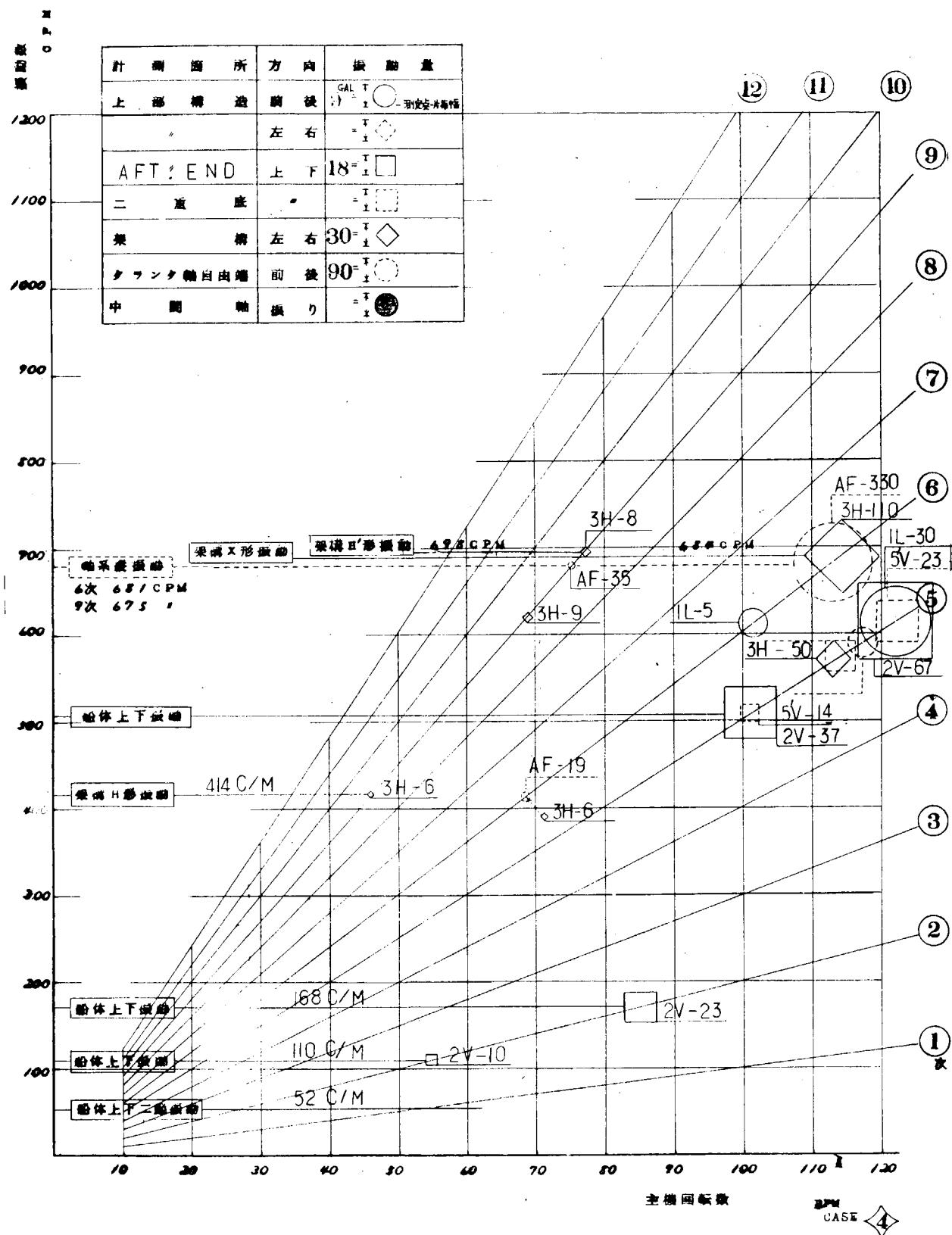


図 1.1.1.1.4

船体及び機関振動

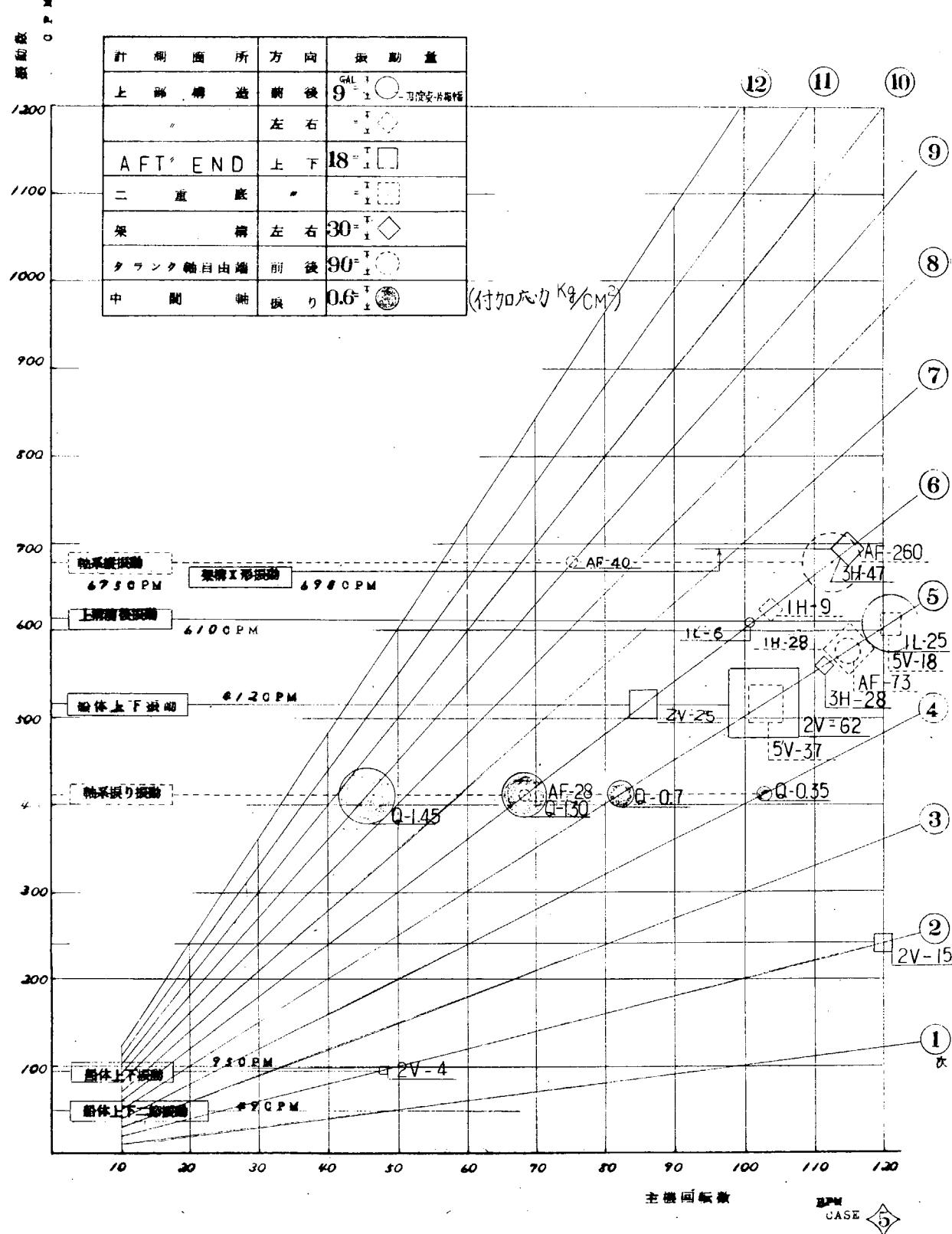


図 1.1.1.15

## [ 考 察 ]

### (1) 軸系振動について

海上運転のデータをみると、当然ながら、クランク軸系の相違により固有振動数が変化している。すなわち、無負荷では  $635 \sim 640 \text{ cpm}$  海上では  $675 \sim 687 \text{ cpm}$  となつていて。

海上で、プロペラを COUPLE した時、かなり多くの振動のピークがあらわれているが、そのうち  $415 \text{ cpm}$  付近のものは軸系ねじれ振動から惹起された縦振動であると考えてよい。

バラスト状態  $570 \text{ cpm}$  のピークは BLADE FRQ. により二重底が振動し、そのため生じた見かけ上の振動とも解釈される。

### (2) 主機架構の横振動について

主機架構 TOP の横振動は STRUT を設置することによつて、その振動振幅を大巾に減少させることができる。

固有振動数に関しては、STRUTS を設けることにより、別にさらに大きい固有振動の山が発生し、常用回転数以上にピークがあると推定してよいと思われる。

$640 \text{ cpm}$  付近に現われる 9 次振動は、架構 TOP の横振動のモードとしては、H 形に近い振動モードとなつていて、波形からみていわゆる H 形振動は CASE 2 ~ 4 にみられる  $400 \text{ cpm}$  付近のものと思われる。

### (3) キャンベル線図からみた各部振動の関連性について

主機架構の 6 次 X 形振動と軸系縦振動の 6 次振動は CASE 1 …… 約  $630 \text{ cpm}$ 、CASE 2 ……  $620 \text{ cpm}$ 、CASE 3 …… 約  $690 \text{ cpm}$ 、CASE 4 …… 約  $680 \text{ cpm}$ 、CASE 5 ……  $670 \text{ cpm}$  と固有振動数が近接している。CASE 1 ……  $640 \text{ cpm}$ 、CASE 2 ……  $630 \text{ cpm}$ 、CASE 4 ……  $684 \text{ cpm}$  に架構横振動の 9 次のピークがある。

CASE 2 では  $630 \text{ cpm}$  付近に 6 次の主機架構横振動、軸系縦振動、NAV. Deck 前後振動、AFT. END 上下振動のピークがある。

CASE 3 の  $613 \text{ cpm}$  (5 次)、 $510 \text{ cpm}$  (5 次)、CASE 4 の  $600 \text{ cpm}$  (5 次)、 $506 \text{ cpm}$  (5 次)、CASE 5 の  $510 \text{ cpm}$  (5 次) にみられるように、AFT. END の上下振動のピークと二重底上下振動のピークは一致している。

軸系ねじれ振動と上構前後振動の関連は本船の場合はつきりとはあらわれていない。

### (4) STRUTS の有無による各部振動の差異について

#### (a) 船体上下振動

船体上下振動は全体的にみると STRUTS の有無による顕著な差は認められない。

#### (b) 上部構造の前後振動

上部構造前後振動は STRUT の有無にあまり関係ないようである。

#### (c) 二重底上下振動

二重底上下振動の 5 次成分は STRUT の有無にあまり関係がないようであるが、6 次成分は STRUT を外すとわずかに増加している。

### (5) プロペラ起振力による振動

プロペラに起振されると考えられる 5 次成分の船体上下振動のピークと上構前後振動のピークがかなり一致している。また船体上下振動と二重底上下振動のピークも一致している。上構前後振動の 5 次成分は BLADE FRQ. に起振されるものが大きいと思われる。

### (6) 上部構造の前後振動と各部振動の関連について

上部構造前後振動の固有振動数は CASE 2 の  $605 \text{ cpm}$ 、CASE 3 の  $613 \text{ cpm}$ 、CASE 5 の  $610 \text{ cpm}$  に見られるように、およそ  $610 \text{ cpm}$  と推定される。

#### (a) クランク軸縦振動

上構前後振動は、クランク軸縦振動にかなり誘起されているが、CASE 3 の 687 cpm、CASE 5 の 675 cpm のように、クランク軸縦振動と大きく共振しても、必ずしも上構前後振動が大きくならないようである。

(b) 主機架構横振動

上構前後振動と主機架構横振動との関連は多少あるようだが明確な関連は認められない。

(c) 二重底上下振動

上構前後振動、二重底上下振動と船尾端上下振動とは、かなり関連が深く、特に 5 次成分のピークの一致が多い。

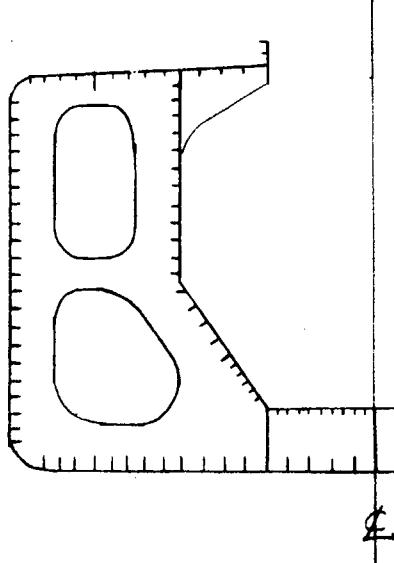
## 1.12 SHIP NO. 43-G

SHIP NO.	43-G
BUILDER	K. D. Y

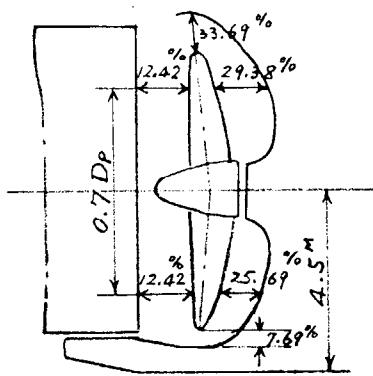
## PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE			
KIND & TYPE	ORE/OIL CARRIER	KIND & TYPE	KAWASAKI MAN K9Z 86/160E		
CLASS	N K	NUMBER	1		
CONSTRUCTION	AUG. 1968	POSITION OF ENG.	AFT		
L oa	253. <sup>m</sup> 00	B. H. P.	MCO	NORL	20,700 18,600
L pp	244. <sup>m</sup> 00	R. P. M.	115	111	
B mld	38. <sup>m</sup> 94	UNBALANCED FORCE	Fv1		
D mld	20. <sup>m</sup> 90		Fv2		
d. full	14. <sup>m</sup> 30		F <sub>H</sub>		
△ full	114,570 <sup>T</sup>		Mv1		
D. W.	95,915 <sup>T</sup>	UNBALANCED MOMENT	Mv2		
Cb full	0.820		M <sub>H</sub>		
MOMENT OF INERTIA	I <sub>V</sub> I <sub>H</sub>	4.03.8 <sup>m^4</sup> —	PROPELLER		
WEB AREA	AV A <sub>H</sub>	1,736 <sup>m^2</sup> —	NUMBER	1	
			NO. OF BLADES	6	
			DIAMETER	6. <sup>m</sup> 500	

SKETCH OF SECTION



SKETCH OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	860 mm	TEST NO.	1	2	3
	PISTON STROKE	1,600 mm	LOAD CONDITION	LIGHT (EXCITER TEST)	FULL LOAD	BALLAST
	CYL. NUMBER	9	BRACINGS	WITH	WITH	WITH
FIRING ORDER	1-9-4-2-8-5-3-7-6		DATE	MAY 31st & JUN. 1st '68	AUG 3rd '68	AUG. 8th & 9th '68
			PLACE	K. D. Y	OFF HINOMISAKI	OFF HINOMISAKI
VECTOR SUMMATION OF	H-TYPE	9, 18 ORDER 9.00	WEATHER	FINE	FINE	FINE
H & X TYPE VIBRATION EXCITING	X-TYPE	1, 8, 10, 17 // 0.3009	SEA CONDITION	SMOOTH	SMOOTH	SMOOTH
		2, 7, 11, 16 // 0.2007	DEPTH OF WATER	AB 10 m	AB 70 m	AB 70 m
		3, 6, 12, 15 // 3.9966	△ test	18.160 T	114.688 T	52.002 T
		4, 5, 13, 14 // 1.3020	df	1.27	14.33	5.59
		9, 18 " 0.0760	dm	2.61	14.33	6.87
			da	4.19	14.33	8.15
		I/D//2 =	PROPELLER IMMERSION	-9.6 %	30.2 %	11.2 %
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT			
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	UNBALANCED FORCE TYPE	MEASURING POINT & DIRECTION		TYPE OF PICK-UP	
	MAX. EXCIT. FORCE	2t 0	1	L, V*	UNBOUNDED TYPE U-GAUGE	
	DIRECTION OF EXCIT.	FORE & AFT	1'	L, V	"	
OTHER DESCRIPTION			1'	L, V	"	
EXCITER TEST WAS CARRIED OUT IMMEDIATELY AFTER LAUNCHING CRANK SHAFT, INTERMEDIATE SHAFT & FLY WHEEL HAD BEEN BROUGHT ON SHIP AT THIS EXCITER TEST.			5' *	L, V	"	
			6'	L, V*	"	
			A <sub>F</sub> **	L	DS-36S-L型差動變壓器	
			θ**		GUIGER TORSIOGRAPH	
* : ONLY EXCITER TEST						
** : ONLY TRIAL TEST						

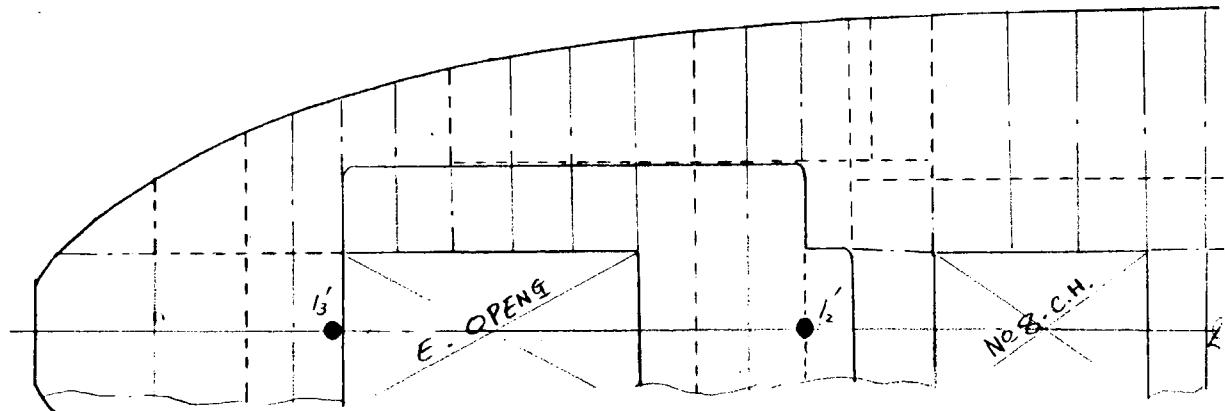
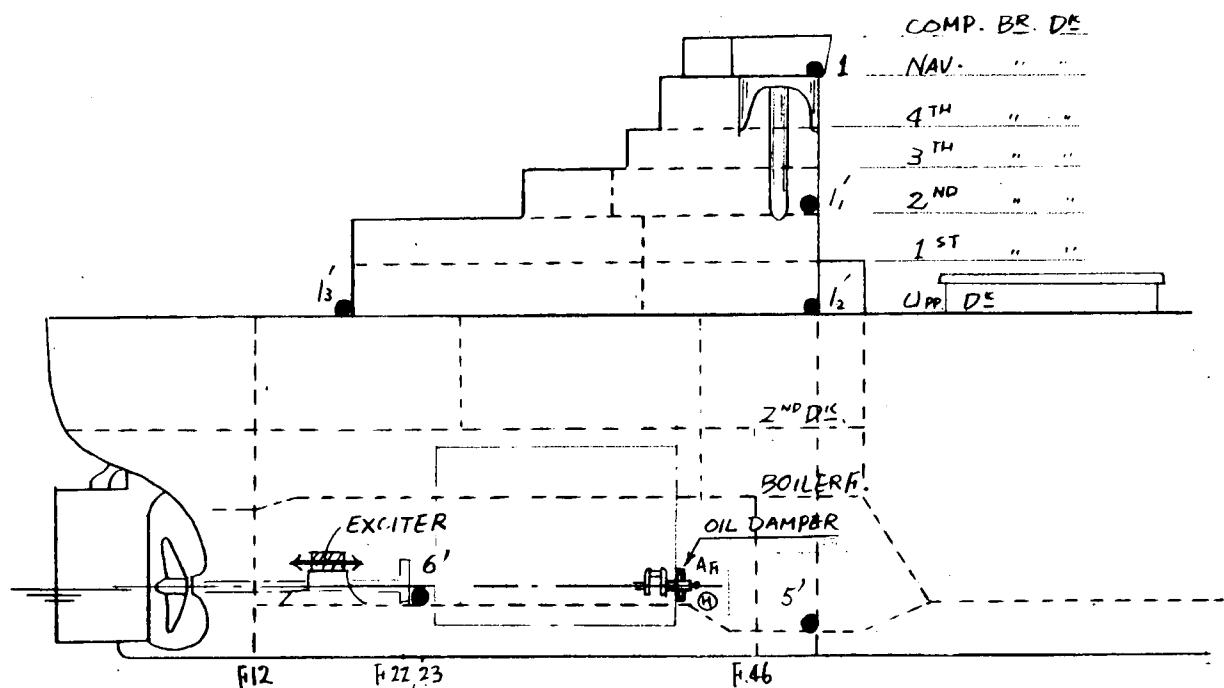


FIG 1.1.2.1 MEASURING POINTS

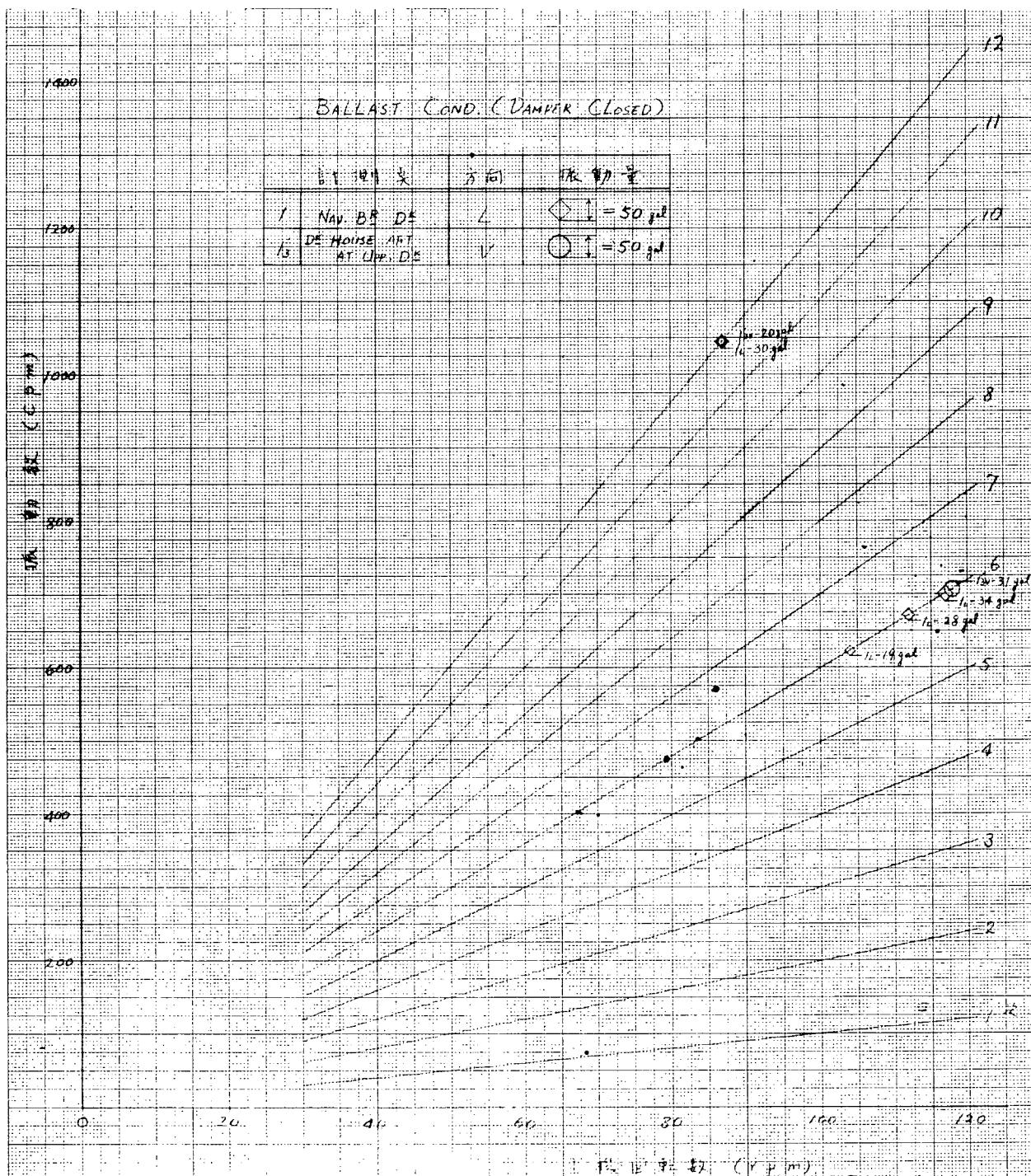


図 1.1.2.2

BALLAST COND. (DAMPER CLOSED)

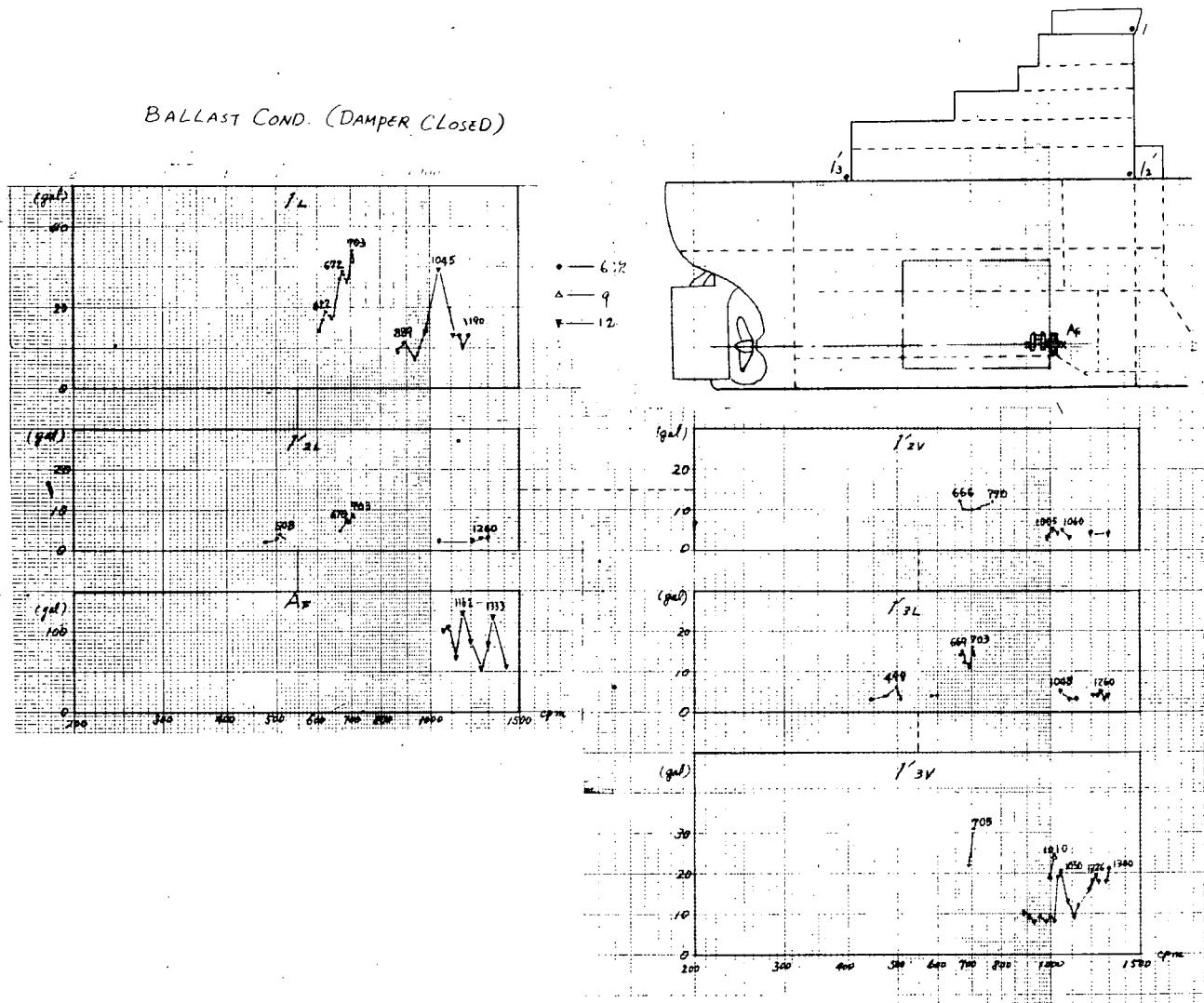


図 1. 1 2. 3

BALLAST COND (DAMPER OPEN)

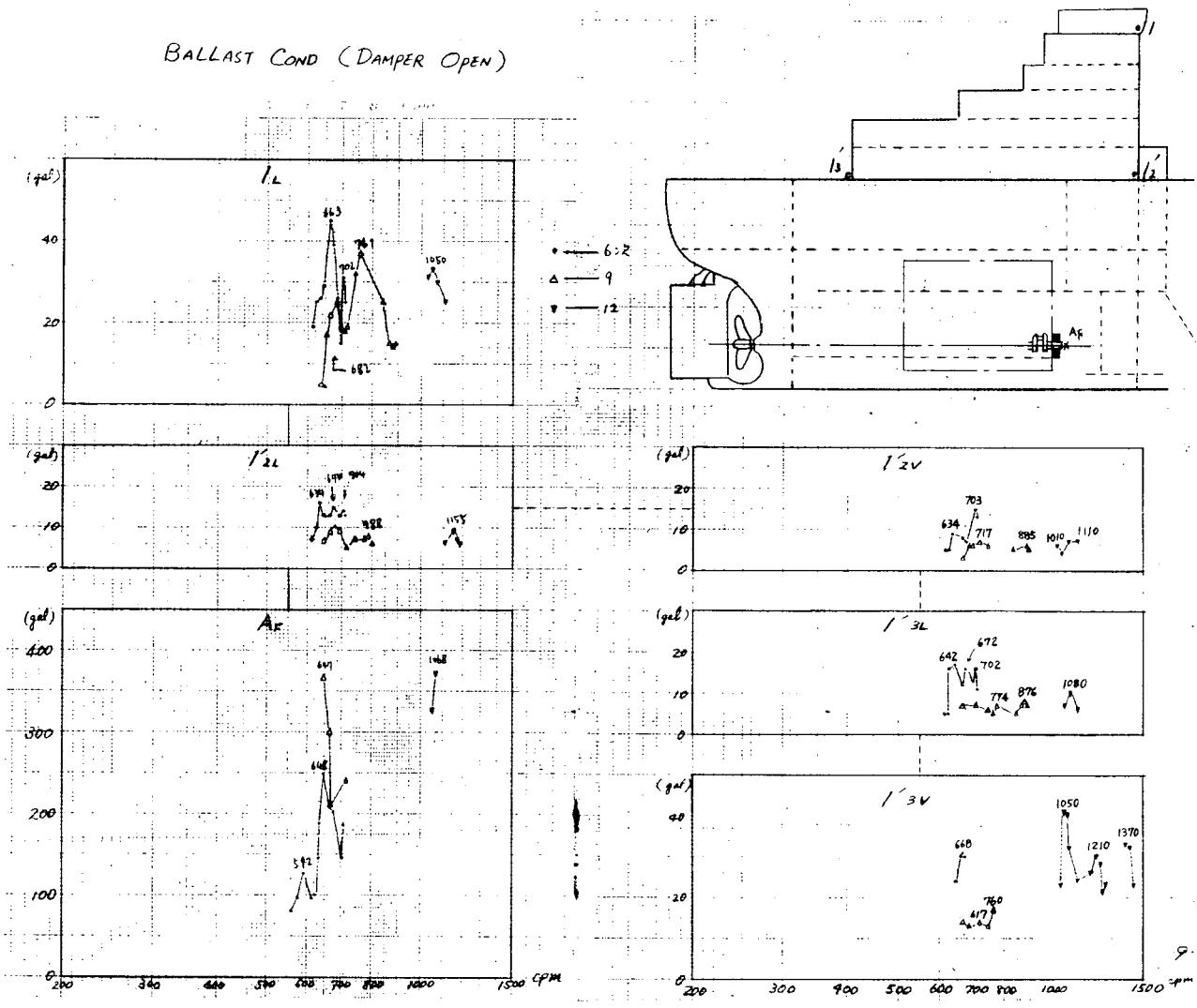


図 1.1.2.4

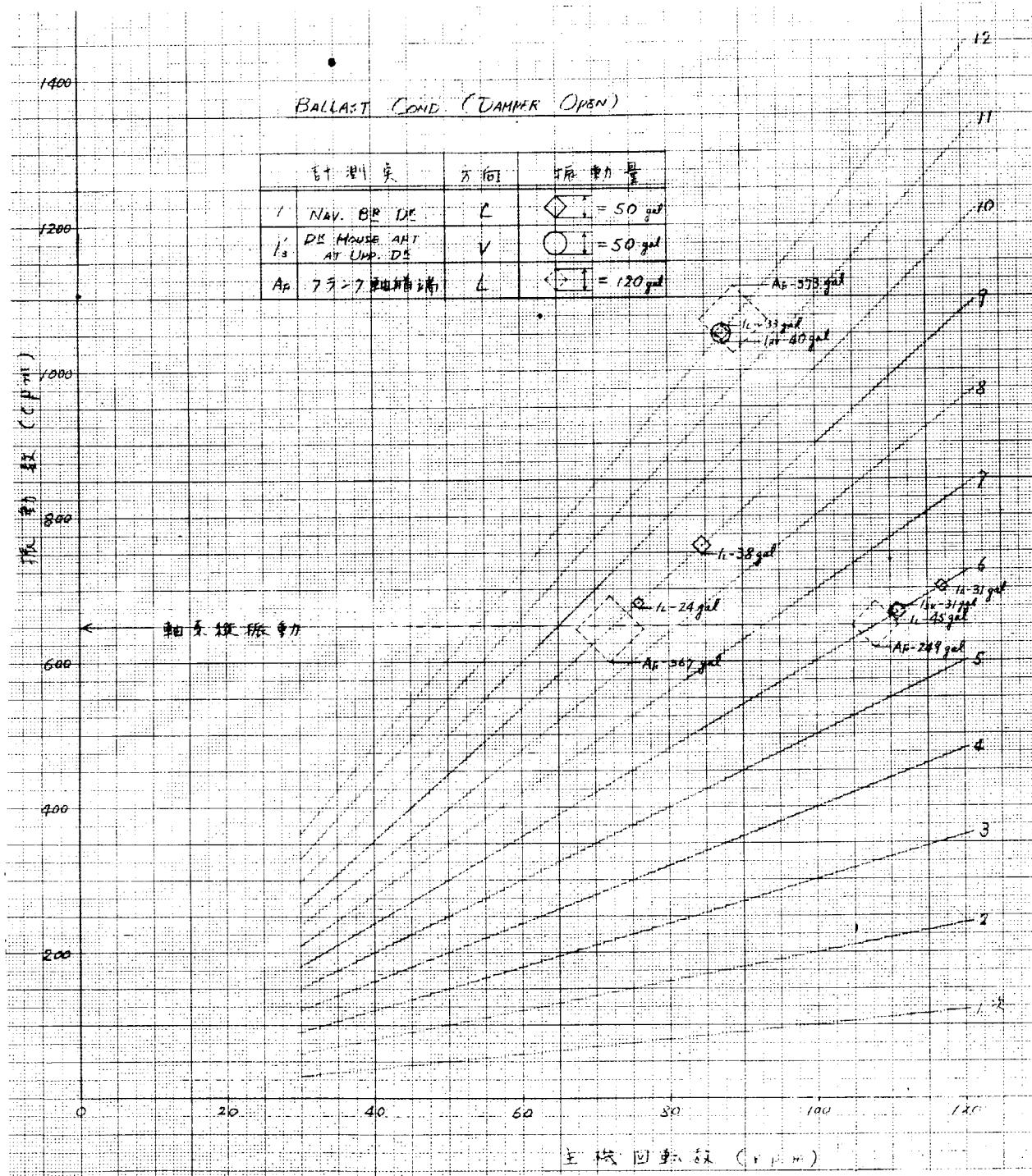


図 1.1.2.5

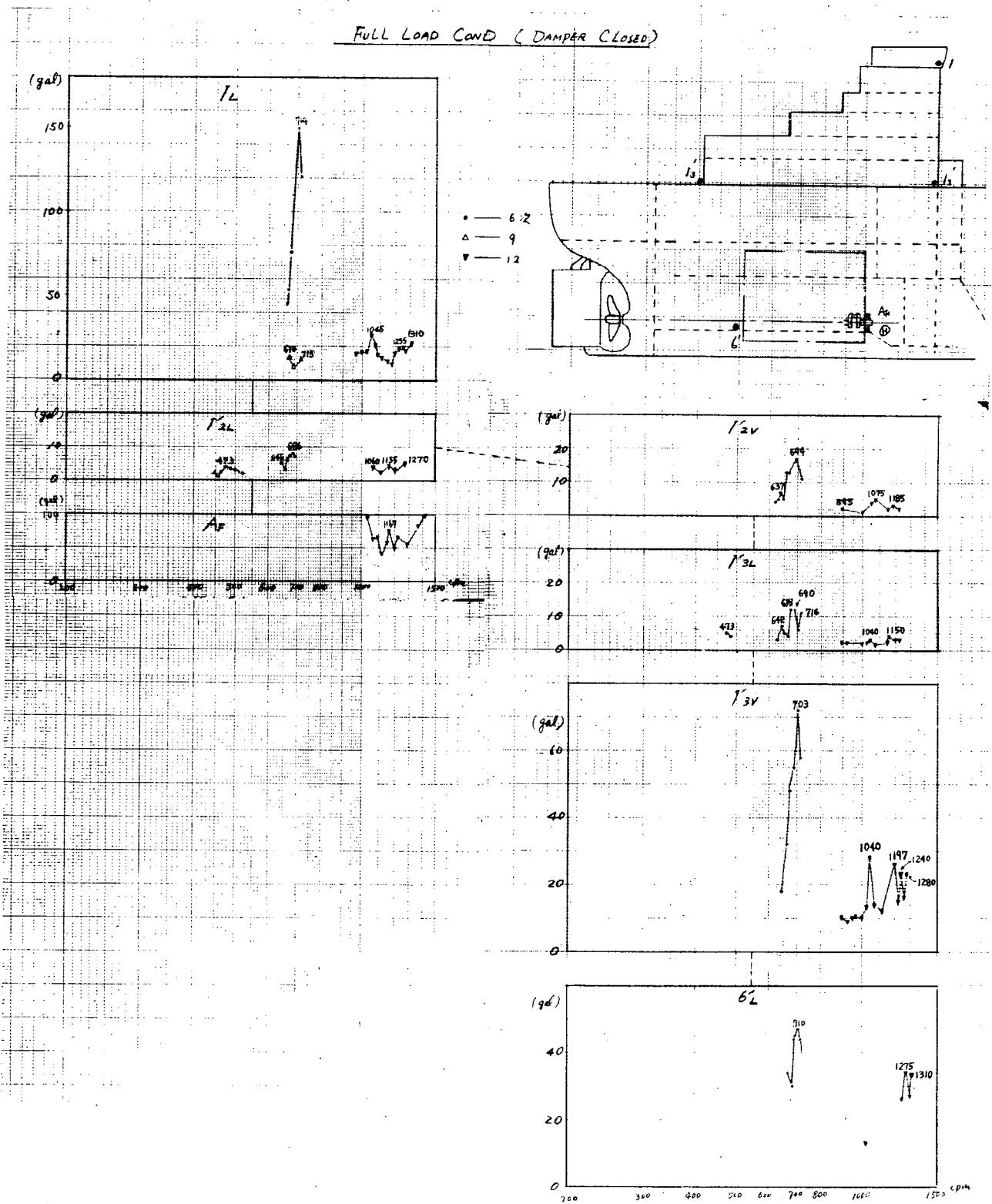


図 1.1.2.6

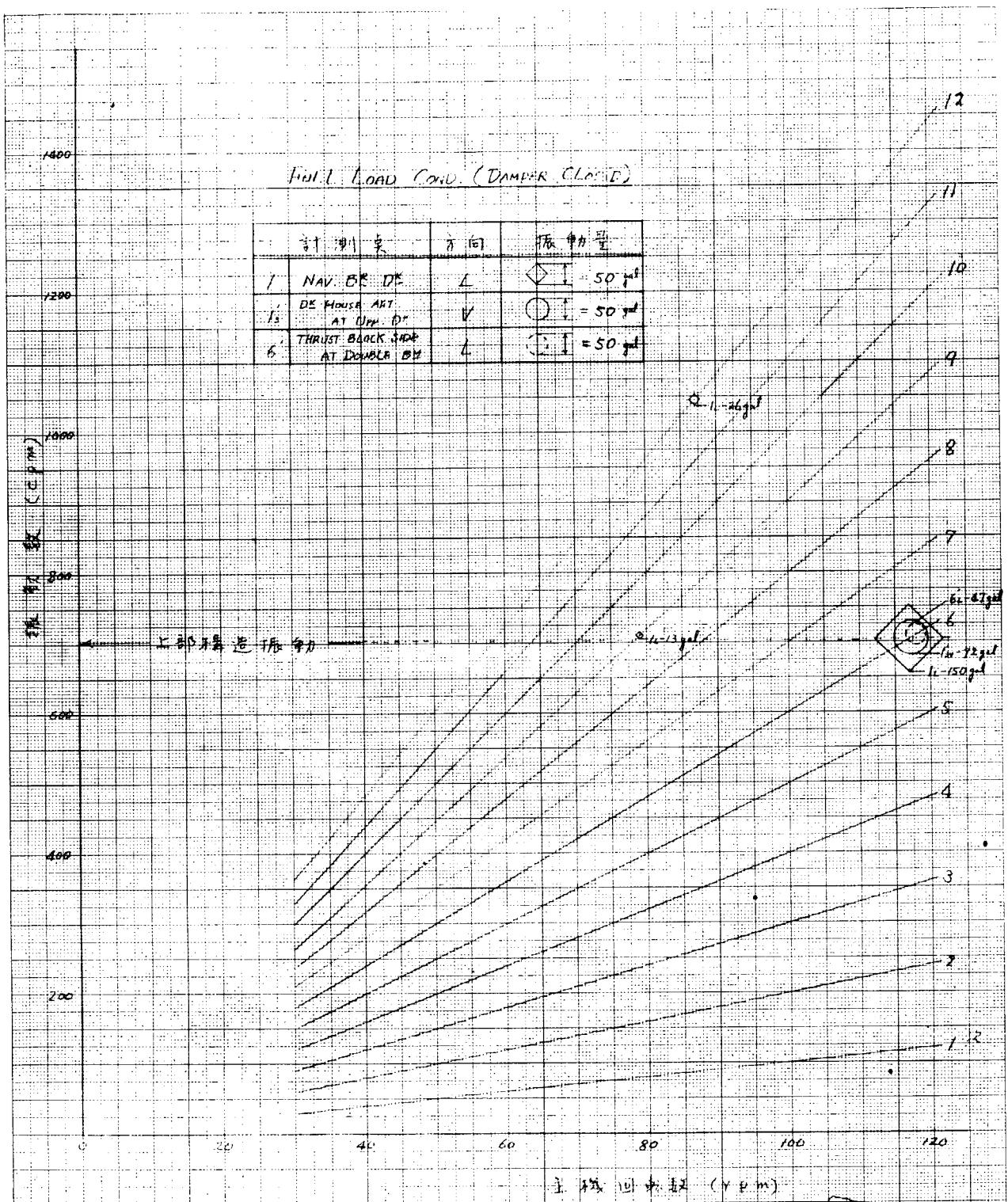


図 1.1.2.7

FULL LOAD COND (DAMPER OPEN)

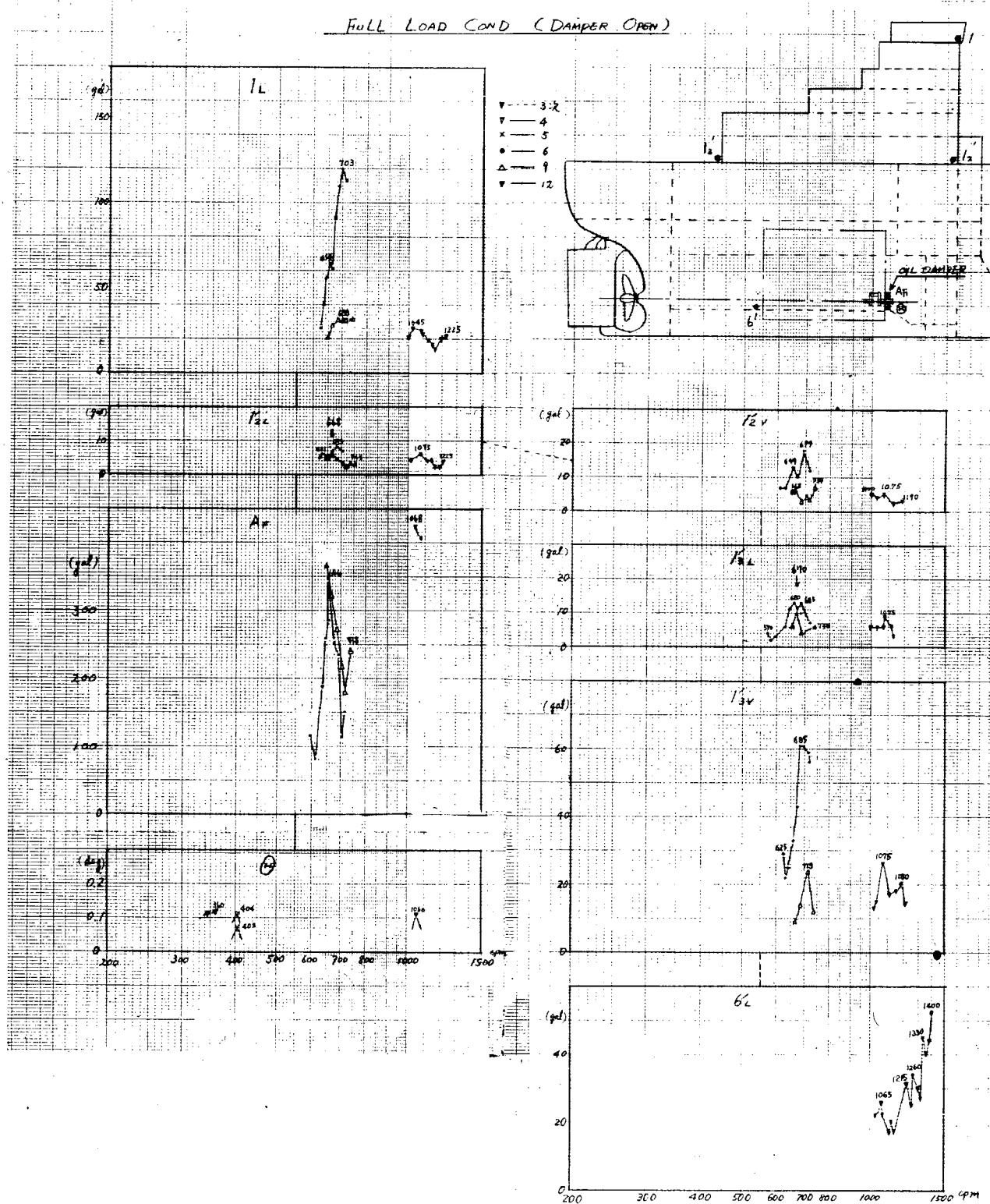


FIG 1.1-2.8

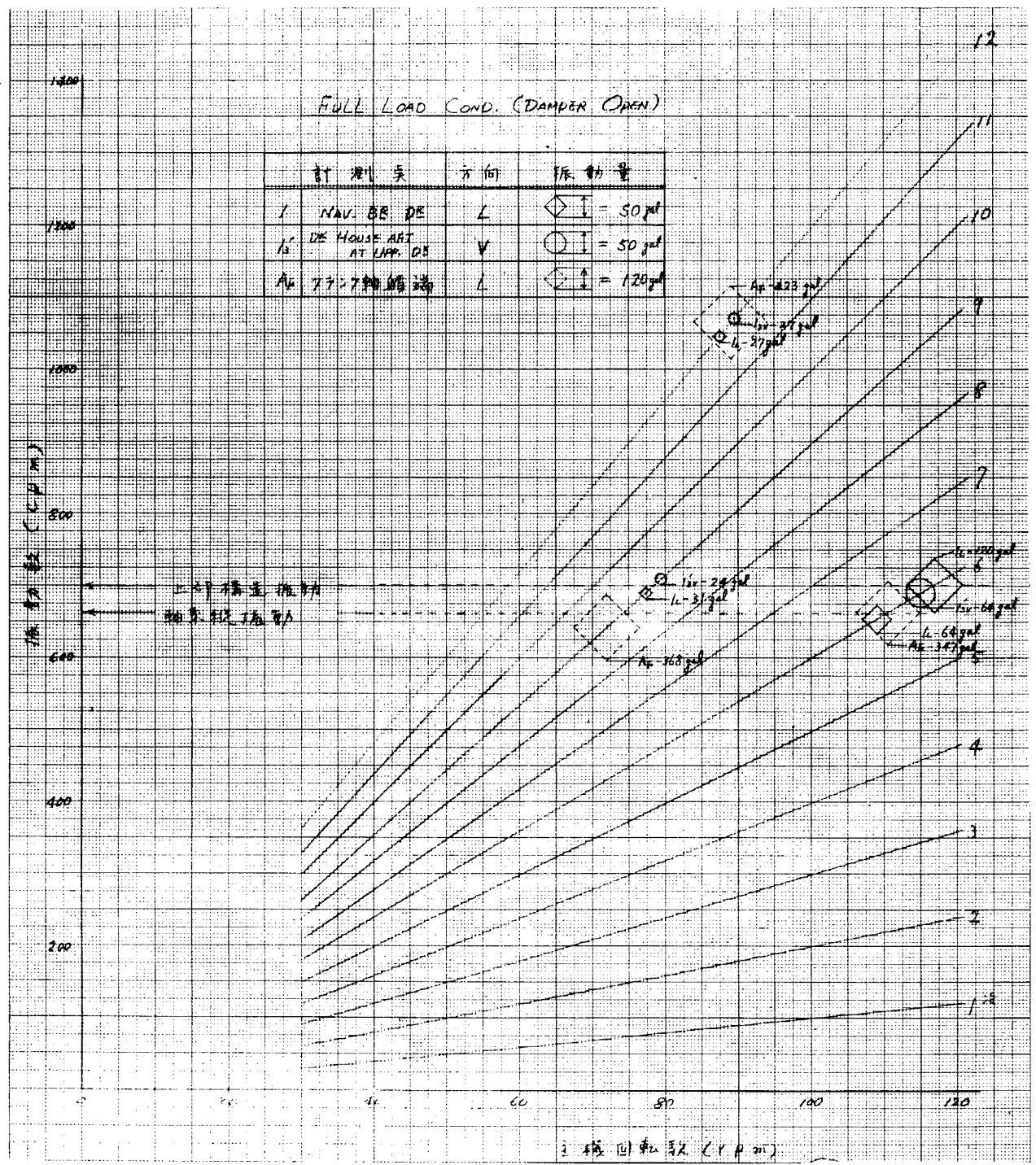


図 1.1.2.9

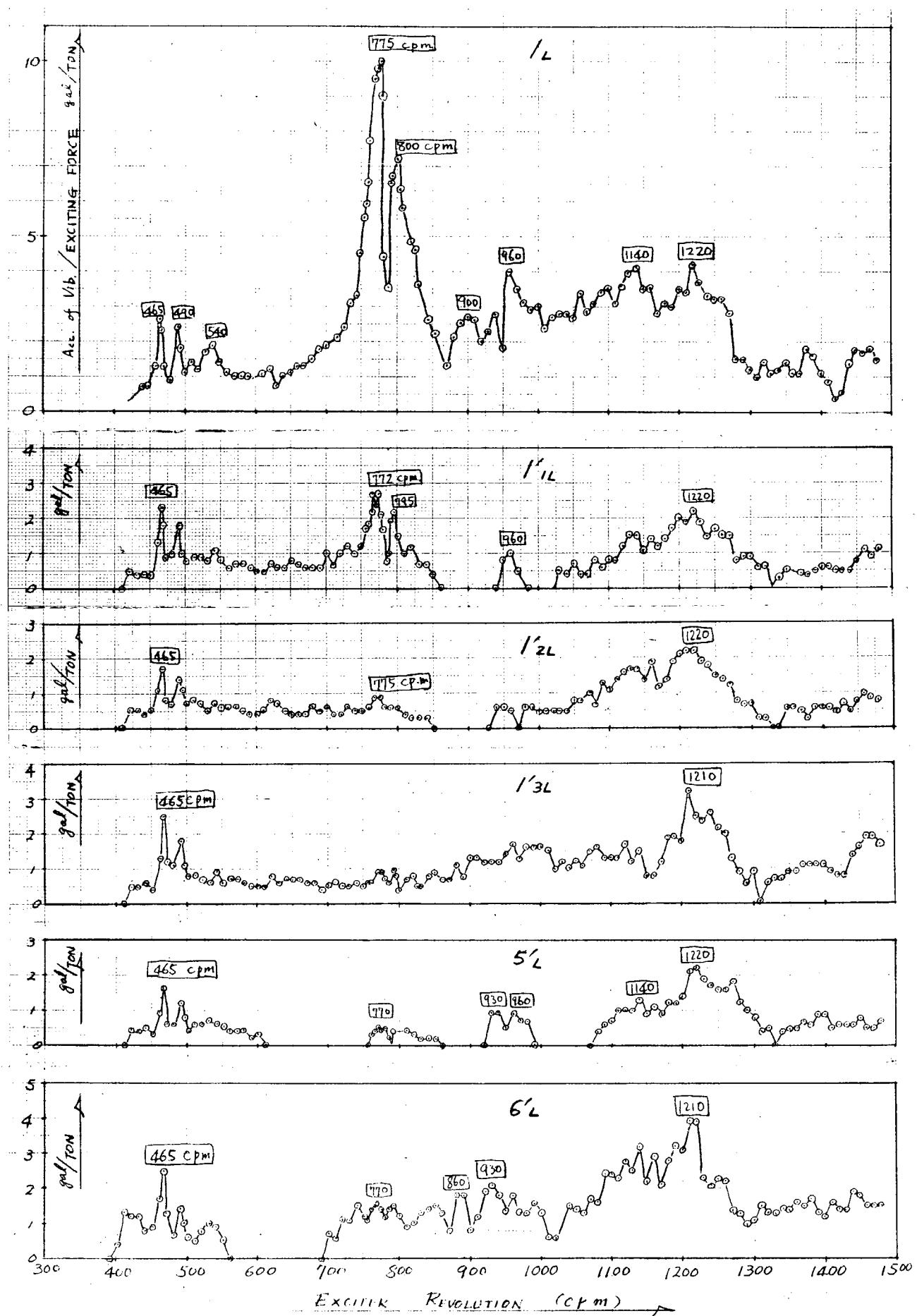
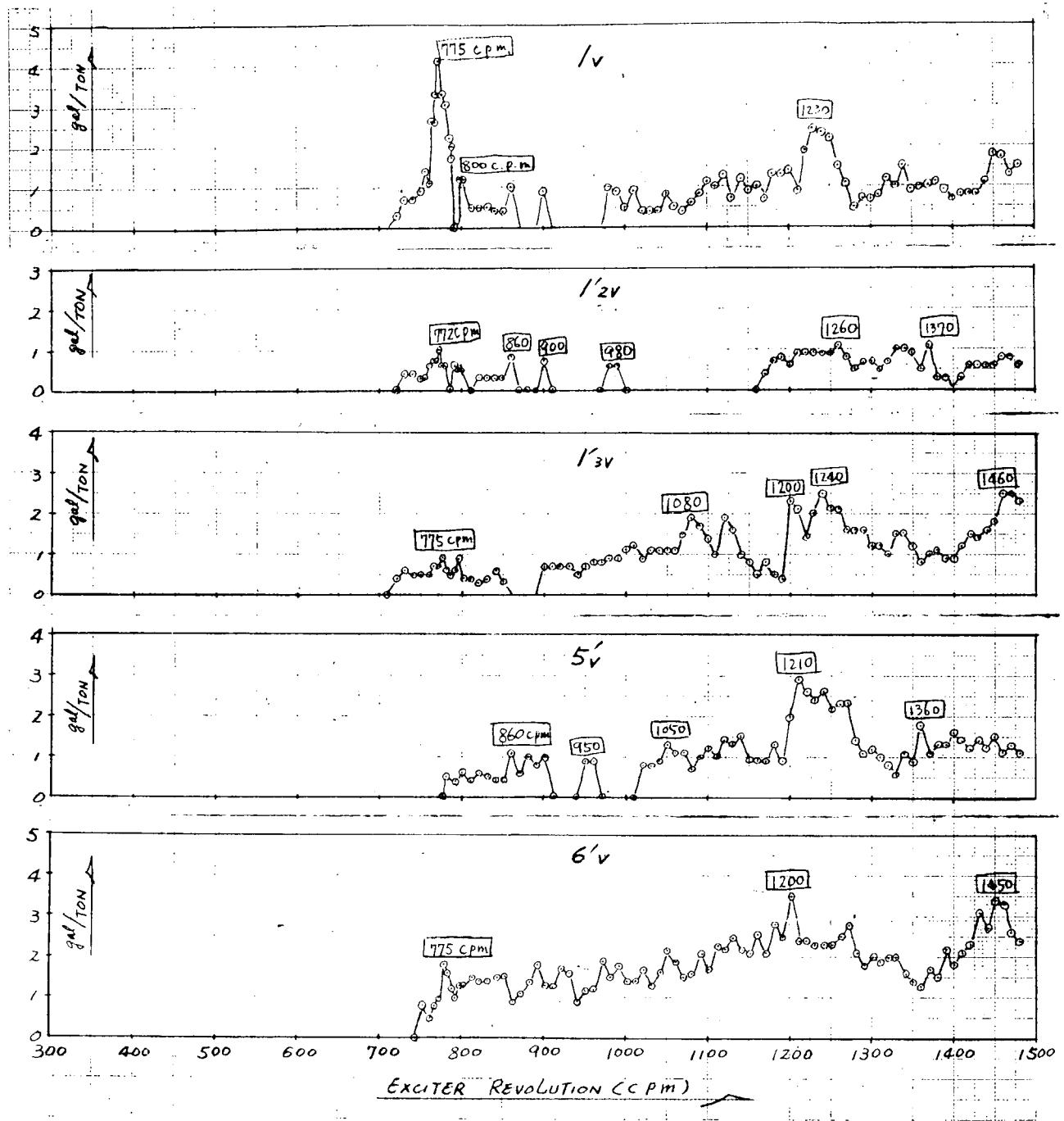


図 1.1.2.1.0



☒ 1.1 2.1 1

MODE CURVE AT RESONANCE  
(EXCITER TEST)

—Δ— 465 cpm  
—○— 775 cpm  
—□— 1220 cpm

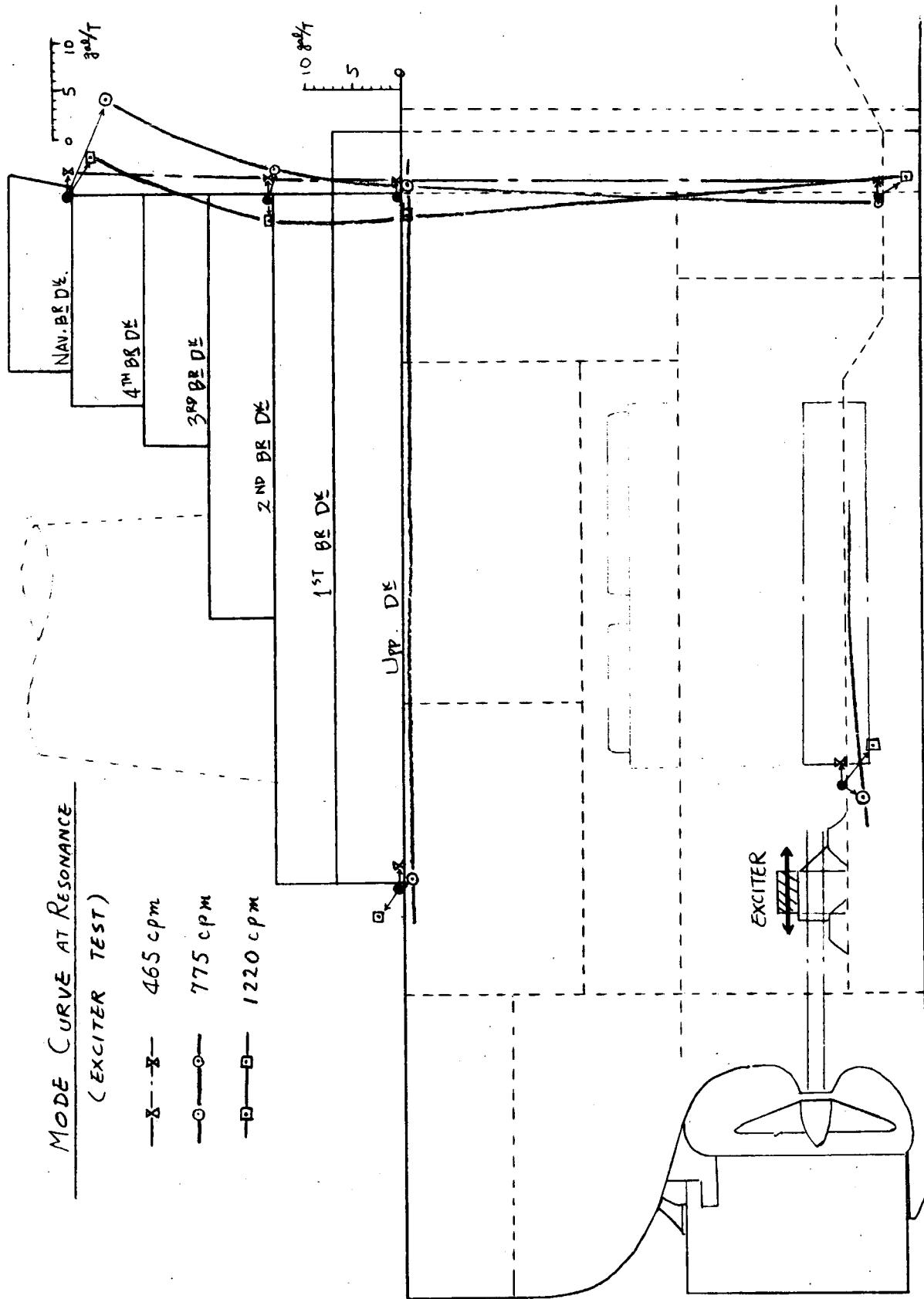


图 1.12.1.2 MODE CURVE AT RESONANCE( EXCITER TEST )

## [ 考 察 ]

本船はクラシク軸前端にオイルダンパを装備し、試運転時の満載、バラスト状態でダンパをOpenにした場合、Closeにした場合のそれについて計測を行なつた。

その結果、ダンパをCloseにするとクラシク軸の前端の縦振動はほとんど抑制される。このとき上部構造の前後振動は9次の振動は半減するが6次の振動はあまり小さくならず、主軸回転数の高いところではダンパをCloseにしたために反つて振動が大きくなつたところも現われている。

これはダンパが軸系縦振動全体を抑制するに至らずスラストプロックから二重底を通じて船体に伝わる力はダンパによつてあまり抑制されていないからであろうと考えられる。

また、満載状態のほうがバラスト状態の時より船体の振動の大きさが大きくなつているが、これはBlade Freq.のSurface Forceの影響が満載状態のほうがバラスト状態のときより大きいからではないかと推察される。

## 2. 機関架構振動と船体振動の関連の検討

### 2.1 供試資料

検討に用いた資料を表 2.1.1 に示す。

表 2.1.1 検討供試資料

担当社	供試船	機 関	船 体	プロペラ 数	テ 斯 ト 条 件	備 考	資料 No.
三菱神戸	41-C	6RD90	54,000 D.W.T. B.C.	5	Full, Bracing無し		41-C
"	42-J	9RD90	88,000 " O.T.	5	" "		42-J
佐世保	41-H	DM850/1700VGA9U	89,000 " O.T.	6	Ballast "		41-H-1
					Full "		-2
I H I	42-G	10RD90	84,000 " O.O.C.	5	B. No Load, "		42-G-1
					Full "		-2
I H I 横	43-D	9RD90	63,000 " O.T.	5	B. No Load B.付き		43-D-1
					B. " B.無し		2
					Ballast B.付き		3
					Ballast B.無し		4
					Full B.付き		5
日立	41-J	984-VT2BF-180	74,000 " B.O.O.C.	5	Ballast B.付き		41-J-1
					Full B.付き		2
					Ballast B.無し		3
日立	42-I	1284-VT2BF-180	128,000 " O.T.	5	Full B.付き		42-I-1
					" B.無し		2
					Ballast B.無し		3

### 2.2 検討

検討結果を表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 関連の検討

資料 No.	影響方向	関 連 の 状 態	振 幅 比
41-C	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 架構 H 形振動 (<math>65 \text{ rpm} \times 6 \text{ 次} = 390 \text{ cpm}</math>) は <math>5-V</math>、 <math>5-H</math>、 <math>2-H</math> に振動を与える。</li> <li>○ 架構 X 形振動 (<math>88 \text{ rpm} \times 9 \text{ 次} = 792 \text{ cpm}</math>) は小さく影響は不明。</li> <li>○ <math>116 \text{ rpm}</math> 6 次 = <math>700 \text{ cpm}</math> の架構振動は <math>5-V</math> には影響するが、 <math>5-H</math> には影響しない。</li> <li>○ <math>470 \text{ cpm}</math> 5、6 次のピークが <math>2-H</math>、 <math>ex, 6</math> 次 <math>5-V</math> にあるが機関への影響は小さい。</li> <li>○ 低次の船体振動は機関にも <math>ex, 95 \text{ cpm}</math> { 2 次 : <math>2-H</math> / <math>3-H</math> = <math>0.03 / 0.05 = 0.6</math> 現われる。</li> <li>○ 架構 H 形振動 (<math>48 \text{ rpm} \times 9 \text{ 次} = 432 \text{ cpm}</math>) は小さく、影響は不明。</li> </ul>	$5V/3H = 0.06 / 0.405 = 0.148$ $5H/3H = 0.145 / 0.405 = 0.36$ $2H/3H = 0.031 / 0.405 = 0.077$ $5H/3H = 0.015 / 0.225 = 0.07 (?)$ $5V/3H = 0.045 / 0.225 = 0.2$ $2H/3H = 0.025 / 0.08 = 0.31$ $5V/3H = 0.04 / 0.08 = 0.5$ $2H/3H = 0.03 / 0.05 = 0.6$ $5H/3H = 0.39 / 0.27 = 1.44$
42-J	機 → 船		

資料No	影響方向	関連の状態	振幅比
41-H-1	不明 船 → 機 機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>架構X形振動(1125 rpm × 6次 = 675 cpm)は4V、2Hに影響を与える。</li> <li>350 cpm 3次、5次のピークが2H、ex.3次4V、3'Hにある。</li> <li>580 cpm 5次のピークが2H、4V、3'Hに影響する。</li> <li>低次の船体振動は機関にも現われる。</li> <li>架構X形振動(576 cpm、6次)は4'V、2Hに影響。</li> <li>架構X形振動(576 cpm、5次)も同様、ただし影響は極めて小さい。</li> <li>架構x形振動(1120, 1250 cpm, 12次)は4'Vにのみ影響。</li> <li>軸系振り1節振動は3、3'H、4'Vに影響。</li> <li>軸系振り2節振動は3、3'Hには影響するが4'Vには影響なし。</li> <li>船体上下、左右振動(600~700 cpm, 6次)は3、3'Hに影響。</li> <li>低次の船体振動は機関に影響する。 ex. { 50 cpm 1次 2H/3H = 0.51 / 0.312 = 1.63 100 cpm 1次 2H/3H = 0.55 / 0.255 = 2.15 が現われる。</li> </ul>	$4V/3'H = 0.055/0.6 = 0.092$ $2H/3'H = 0.06/0.6 = 0.10$ $2H/3'H = 0.12/0.32 = 0.38$ $2H/3'H = 0.075/0.22 = 0.34$ $4'V/3'H = \frac{0.028}{0.15} = 0.187$ $2H/3H = \frac{0.035}{0.20} = 0.175$ $\approx 0$ $4'V/3'H = \frac{0.018}{0.055} = 0.33$ $2H/3H = 0.047/0.147 = 0.32$ $2H/3H = 0.51/0.312 = 1.63$ $2H/3H = 0.55/0.255 = 2.15$ $2H/3H = \frac{0.015}{0.17} = 0.088$ $4'V/3'H = 0.022/0.094 = 0.23$ $2H/3H = 0.015/0.17 = 0.088$ $4'V/3H = 0$ $2H/3H = \frac{0.04}{0.15} = 0.27$ $2H/3H = \frac{0.01}{0.06} = 0.17$ $2H/3H = \frac{0.009}{0.06} = 0.15$ $2H/3H = \frac{0.02}{0.06} = 0.33$ $2H/3H = \frac{0.0095}{0.05} = 0.19$ $2H/3H = \frac{0.011}{0.13} = 0.085$ $2H/3H = \frac{0.028}{0.13} = 0.215$ $2H/3H = \frac{0.011}{0.13} = 0.085$ $2H/3H = \frac{0.06}{0.23} = 0.26$ $2H/3H = \frac{0.05}{0.23} = 0.22$ $2H/3H = \frac{0.027}{0.13} = 0.21$
-2	機 → 船 不 明	<ul style="list-style-type: none"> <li>架構X形振動が528、650 cpmに存在するが船体に与える影響は小さい。</li> <li>架構x形振動については41-H-1と同じ。</li> <li>600 cpm付近に5次の架構振動があるが船体に与える影響は小さい。</li> <li>3Hに360 cpm 3次、470 cpmに4次(3'Hにもあり)のピークがあるが船体への影響は小さい。 ex. 360 cpm</li> <li>600~700 cpmに6次の上下振動があるが機関への影響は小さい。</li> <li>低次の船体振動は機関にも現われる。</li> </ul>	$2H/3H = 0$ $2H/3H = 0.015/0.17 = 0.088$ $4'V/3H = 0$ $2H/3H = \frac{0.04}{0.15} = 0.27$ $2H/3H = \frac{0.01}{0.06} = 0.17$ $2H/3H = \frac{0.009}{0.06} = 0.15$ $2H/3H = \frac{0.02}{0.06} = 0.33$ $2H/3H = \frac{0.0095}{0.05} = 0.19$ $2H/3H = \frac{0.011}{0.13} = 0.085$ $2H/3H = \frac{0.028}{0.13} = 0.215$ $2H/3H = \frac{0.011}{0.13} = 0.085$ $2H/3H = \frac{0.06}{0.23} = 0.26$ $2H/3H = \frac{0.05}{0.23} = 0.22$ $2H/3H = \frac{0.027}{0.13} = 0.21$
42-G-1	機 → 船 船 → 機	<ul style="list-style-type: none"> <li>架構X振動(687 cpm 7次および6次)は4V、4H、2Hに影響する。 ex. 7次</li> <li>725 cpm 6次の船体振動(上構左右)は3Hに影響する。</li> <li>上構左右 605 cpm 5、6次振動、船体左右 550 cpm 5次振動は影響なし。</li> <li>架構X形振動(687 cpm 7、6次)は4H、4Vにはわずか影響し2Hには影響しない。</li> </ul>	$4V/3H = \frac{0.01}{0.06} = 0.17$ $2H/3H = \frac{0.009}{0.06} = 0.15$ $4H/3H = \frac{0.02}{0.06} = 0.33$ $2H/3H = \frac{0.0095}{0.05} = 0.19$ $2H/3H = \frac{0.01}{0.06} = 0.17$ $4V/3H = 0.011/0.13 = 0.085$ $2H/3H = \frac{0.028}{0.13} = 0.215$ $4V/3H = 0.011/0.13 = 0.085$ $2H/3H = \frac{0.06}{0.23} = 0.26$ $2H/3H = \frac{0.05}{0.23} = 0.22$ $2H/3H = \frac{0.027}{0.13} = 0.21$
-2	機 → 船 船 → 機(?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>505 cpm 5次の2H振動は3Hに影響する。</li> <li>600 cpm 5次の2H振動は3Hに影響する。</li> <li>420 cpm 4次の2H振動は3Hに影響する。</li> <li>3H → 2V 架構X振動(628 cpm 6次) H振動(630 cpm 9次)影響あり。</li> </ul>	$2H/3H = 0.06/0.23 = 0.26$ $2H/3H = 0.05/0.23 = 0.22$ $2H/3H = 0.027/0.13 = 0.21$
43-D-1	機 → 船		

資料 No	影響方向	関連の状態	振幅比
	船 → 機	○ 2V → 3H 730 cpm 6次 1020 cpm 9次は影響あり。他はなし。	
-2	機 → 船	○ 3H → 5'V → 2V 架構X振動(616 cpm 6次)、H振動(416 cpm 9次)、H'振動(630 cpm 9次)関連あり。	
	船 → 機	○ 2V → 3H 571 cpm、685 cpm以外関連なし。	
-3		○ 5'V - 5''V - 2V は関連があるが、それと3Hは余り関連なし。	
-4		○ 同上	
-5		○ 同上	
41-J-1	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 架構H形振動(765 cpm 9次)は極めて小さくその影響はほとんどない。</li> <li>○ 架構X形振動(996 cpm 12次)が船体に与える影響はある。</li> <li>ただしこの場合、軸系振り2節(1020 cpm)の影響をうけている。</li> </ul>	$\{ \frac{4'H}{3H} = 0.007 / 0.027 = 0.26$ $4V / 3H = 0.009 / 0.027 = 0.33$
	船 → 機	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2H の計測を実施していないので詳細は不明であるが 545 cpm に 5次の船体振動のピークが 3、3'H に見られる。</li> <li>○ 船体上下振動の影響は 3、3H の上には見られない。</li> <li>○ 低次の船体振動が存在するが、それによつて架構振動も見られる。左右振動はねじり成分も含み船底振動が極めて大きい。</li> </ul>	$\frac{4V}{3H} = \frac{0.025}{0.098} = 0.255$ $\frac{4H}{3H} = \frac{0.052}{0.098} = 0.53$
-2	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 架構H形振動は二重底との連成によつて 567 cpm 9次と 730 cpm 9次があるが、振幅は小さく、かつ船体振動と重なつて船体への影響は不明。</li> <li>○ 架構X形振動も同様に 660 cpm 6次と 980 cpm 12次があるが、船体への影響が見られる。ただし 980 cpm は軸系振り2節の影響をうけている。</li> </ul>	$\{ 82 \text{ cpm } 1 \text{ 次 } \frac{4H}{3H} = 3.0$ $113 \text{ cpm } 1 \text{ 次 } \frac{4H}{3H} = 9.8$
	船 → 機	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 462、545 cpm に 5次の船体振動のピークが見られるが、上下方向にもピークがありねじり振動と思われる。</li> <li>○ 低次の船体左右振動はねじりを含んで現われている。ここで、81 cpm の振動は振幅比に示されるように架構上下のみに生じ、船底部は 76 cpm にてピークを生じている。</li> </ul>	$\{ 4V / 3H = 0.027 / 0.08 = 0.34$ $4H / 3H = 0.017 / 0.08 = 0.21$ $4V / 3H = 0.055 / 0.057 = 0.97$ $4H / 3H = 0.025 / 0.057 = 0.44$ $4H / 3H = 0.167 / 0.153 = 1.1$ $4V / 3H = 0.045 / 0.153 = 0.29$ $4H / 3H = 0.03 / 0.289 = 0.104$ $4V / 3H = 0.026 / 0.289 = 0.09$ $4H / 3H = 0.024 / 0.088 = 0.27$ $4V / 3H = 0.003 / 0.088 = 0.03$
-3	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 架構、H形およびX形は 41-J-2 と同様、2個ずつ現われているが、その振幅は 670 cpm 6次X形以外は小さく、船体振動に及ぼす影響は見られない。</li> </ul>	
	船 → 機	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 500 ~ 560 cpm に 5次の船体振動が見られる。</li> </ul>	$\{ 500 \text{ cpm } 4H / 3H = 0.05 / 0.06 = 0.83$ $530 \text{ cpm } 4'H / 3'H = 0.035 / 0.135 = 0.26$ $4'V / 3'H = 0.018 / 0.135 = 0.13$

資料 No.	影響方向	関連の状態	振幅比
42-I-1	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>低次の船体左右振動は 72.5 cpm, 97 cpm 1次が見られる。</li> <li>架構 H 形振動 76.4 cpm (2 次) は小さく、船体への影響は見られない。</li> <li>架構 X 形振動のピークは架構の前、後端で異なり 3' H : 70.0 cpm, 3H : 68.4 cpm (6 次) であるが、その影響は 4H には見られるが、1" H には見られない。</li> <li>架構 x 形振動は極めて小さく、船体への影響は見られない。</li> <li>3' H では軸系ねじり 2 節によるピークが見られるが船体への影響は見られない。</li> </ul>	$4H/3H = 0.008/0.064 = 0.125$ $4V/3H = 0.036/0.064 = 0.56 (?)$ $1''H/3H = \dots = 0$
	船 → 機		
-2	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>41.7, 55.0 cpm (5 次) 船体振動 (1" H) が見られるが架構によよぼす影響は余りない。</li> <li>117 cpm 1 次の船体左右振動が見られる。</li> <li>架構 X 振動 (3H : 64.0 cpm, 3' H : 65.8 cpm, 6 次) の影響は 4H, 5H, 5' H (6 次) は見られるが 1", 3, H 振動への影響はほとんどない。</li> <li>H, x 形振動は極めて小さく船体への影響はない。</li> </ul>	$1''H/3H = 0.045/0.025 = 1.8$ $4H/3H = 0.056/0.055 = 1$ $4H/3H = 0.028/0.183 = 0.15$
	船 → 機		
-3	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>26.5, 56.6 cpm (5 次) の船体振動 (1" H) があるが、架構によよぼす影響は余りない。また船体上下振動による影響も余りない。</li> <li>架構 X 振動 (60.2 ~ 61.0 cpm および 68.2 ~ 70.0 cpm, 6 次) の影響はかなり小さい。 ex 60.2 cpm</li> <li>H, x 形振動は極めて小さく、船体への影響はない。</li> </ul>	$1''H/3H = 0.018/0.180 = 0.10$ $4H/3H = 0.028/0.180 = 0.155$ $4V/3H = 0.025/0.180 = 0.14$
	船 → 機	<ul style="list-style-type: none"> <li>1" H (25.0, 30.0, 35.0, 58.0 ex. 58.0 cpm cpm 5 次, 37.0 cpm 6 次) のピーカーがあるが、30.0, 58.0 cpm 5 次のみ 3H に現われている。</li> </ul>	$1''H/3H = 0.043/0.104 = 0.41$

表 2.2.1 に記した振幅比は機関→船体への影響の場合は、その値が小さいほど影響度が小さく、反対に船体→機関への影響の場合は、その値が大きいほど影響度が小さい。いま上表からその値を抽出すると

#### a 機関左右振動が船体へ伝播する場合

二重底上下振動に対する振幅比		0.085 ~ 0.33	平均 0.19 (11 ケース平均)
" 左右	"	0.125 ~ 0.36	" 0.21 (9 "
船尾 左右	"	0.077 ~ 0.175	" 0.12 (5 "
b 船尾左右振動が機関左右振動への伝播		0.19 ~ 0.38	" 0.28 (9 "
(上甲板 (1" ))	"	0.41 ~ 1.8	" 0.97 (3 "

ただし、振幅比 = 0 のものは含めなかつた。また影響方向の不明なものは船体振動とした。以上の検討結果から次のことがわかる。

- (1) 機関横振動の船体への伝播においては、機関架台上または二重底の左右方向振動に対する影響が最も大きく影響度は 1.25 ~ 3.6 % (平均 2.14 %) である。そしてその上下振動に対しては影響度 8.5 ~ 33 % (平均 18.6 %) を示す。

船体の全体左右振動または船尾左右振動に対しては船尾端振幅に対する影響度は7.7～17.5%（平均11.8%）でかなり小さく、機関横振動が船体振動に及ぼす影響が予想より小さいことを示す。

(2) 一方、船体左右振動が機関架構横振動に及ぼす影響は、船体左右振動がねじり成分を含むので厳密には明らかでないが

(2-1) 低次（低振動数）の船体振動では、架構は船体の一部として共に振動する形態を示すが

(2-2) 高次（高振動数）の船体振動については、船尾端振幅との振幅比を取ると $2H/3H = 1.9 \sim 3.8\%$ （平均27.8%）を示し、架構振幅は船尾端振幅の約3.5倍の値を示す。すなわち船体振動の伝播による架構振動は船尾端振幅の約3.5倍の値を示す。すなわち船体振動の伝播による架構振動は船体そのものの振幅より大きい振幅を持つ。そして本検討結果では $2H/3H = 0.2$ が船体→機関、機関→船体の境界振幅比であり、 $2H/3H < 0.2$ の場合、機関架構横振動が船体へ伝播し、 $2H/3H > 0.2$ の場合船体振動が機関架構に伝播すると判断してよさそうである。

### 3. 軸系振動と船体振動の関連の検討

#### 3.1 供試資料

前掲の実船計測資料に基き軸系振動と船体振動の関連を検討した。

本章で、検討に供試する資料は次表のとおりである。

担当社	供試船	機 関	船 体	プロペラ翼数	テ 斯 条 件	備 考	資料№
三菱長崎	H-4	TURBINE 18000PS	52,000LT O.O.	5	Ballast		H-4
川崎重工	41-E	K9Z 93/170E	118,400KT O.T.	6	Ballast with Bracing		41-E
					Full with Bracing		41-E
三菱長崎	41-G	TURBINE 30000PS	156,700KT O.T.	6	Ballast		41-G
日 立	41-J	984-VT2BF -180	74,100LT O.B.O.	5	Ballast with Bracing		41-J-1
					Full with Bracing		41-J-2
石 播 相 生	42-G	10RD 90	84,200KT O.O.	5	Ballast(NO LOAD) with Bracing		42-G-1
					Full with Bracing		42-G-2
日 立	42-I	1284-VT2BF -180	128,000LT O.T.	5	Full with Bracing		42-I-1
					Full without Bracing		42-I-2
					Ballast without Bracing		42-I-3
三 井 玉	42-K	884-VT2BF -180	60,150KT B.C.	5	Ballast		42-K
石 播 周	43-D	9RD90	63,000LT O.T.	5	Ballast(NO LOAD) with Bracing		43-D-1
					Ballast(NO LOAD) without Bracing		43-D-2
					Ballast with Bracing		43-D-3
					Ballast without Bracing		43-D-4
					Full with Bracing		43-D-5
川崎重工	43-G	K9Z 86/160E	95,900KT O.O.	6	Ballast with Bracing		43-G
					Full with Bracing		

O.O : Oil or Ore Carrier, O.T : Oil Tanker, O.B.O : Ore Bulk or Oil Carrier,  
B.C : Bulk Carrier

### 3.2 検討

資料 No.	影響方向	関連の状況	振幅比
H - 4 バラスト	機 → 船 タービン	1. 推力変動率は 870 cpm で 10 次のピークがあるが、その附近で推力軸受台(7)にピークを与えている。 2. 同様に、二重底(5')では 915 cpm に 10 次のピークがあるが推力変動の影響であろう。 3. また、船尾端上下振動(2)は 910 cpm で 10 次のピークがあるが、推力変動が大きくなる回転数と略一致する。	$5'V/7L = 23/120 = 0.192$ $2V/7L = 17/120 = 0.142$
	船 → 機 タービン	410 cpm に船体縦 1 節の固有振動数があるようで、440 cpm の船尾端上下のピーク、425 cpm の推力受台のピーク、推力変動率の 430 ~ 470 cpm のピークは、船体縦 1 節振動の影響とみられる。	
		トルク変動率は船体振動には関係ないようである。	
41-E バラスト 満載	機 → 船	1. 624 cpm に軸系縦振動(AF)の固有振動数があり、その附近で上部構造前後振動(1L)のピークが生じている。 2. 1,000 cpm 附近に 12 次の軸系縦振動ピークがあるがその附近でバラストでは上甲板(上構前端)(1')にやはりピークがみえ、満載では上部構造の前後振動にもピークがある。しかしこれだけのデータからは、起振源は船体か軸かは判然としない。	バラスト $1L/AF = 20/375 = 0.053$ 満載 $1L/AF = 22/253 = 0.087$ バラスト $1'L/AF = 2.0/150 = 0.133$ 満載 $1'L/AF = 10/150 = 0.063$ $1L/AF = 66/158 = 0.42$
		上部構造では他にバラスト満載とも 700 cpm 附近にピークがあるが、これは上部構造前後振動の固有振動数とみられる。	
41-G バラスト	船 → 機 タービン	450 cpm に 5 次のピークが、船尾端(2) 前後および上構(1) 前後にあらわれ、また軸系縦振動(AA)および推力変動にもピークがあるが、これは船体 2 節縦振動のためとみられる。	$1L/2L = 13/5 = 2.6$ $AA/2L = 8/5 = 1.6$
	機 → 船 タービン	970 cpm に 12 次のピークが軸系縦振動(AA) 上構前後(1L) 船尾端(2)の上下、前後にあらわれる。 これは軸系縦の固有振動数にあたり、軸系の縦振動が船体の振動に影響を与えていたためとみられる。	$1L/AA = 25/50 = 0.5$ $2L/AA = 29/50 = 0.58$ $2V/AA = 24/50 = 0.48$ $1L/2V = 25/29 = 0.86$
41-J -1 バラスト	機 → 船	1. 軸系縦振動(AF)は 545 cpm に固有振動数があり、このとき上構(1) 前後に 9 次のピークがあらわれている。 2. 550 cpm に 5 次のピークが、船尾端(2) 上下にあらわれているが、これも軸系の影響ではないかとみられる。	$1L/AF = 0.02/0.68 = 0.0295$ $2V/AF = 0.025/0.766 = 0.033$ $1L/2V = 0.01/0.025 = 0.80$
41-J -2 満載	機 → 船	1. 軸系縦振動(AF)の固有振動数が 550 cpm にあるが、このとき上構(1) 前後および船尾端(2) 上下に 9 次のピークが出る。 2. 軸ねじり 1 節の固有振動数は 384 cpm にあるが、このとき上構(1) の前後および船尾端(2) 上下に 9 次のピークがあらわれる。 軸ねじり振動が、軸前後振動をおこし、スラスト受を振動させ、船体に伝わることをデータは示しているようにみえる。この傾向はバラスト時にもある。	$550 \text{ cpm}$ $1L/AF = 0.038/0.76 = 0.050$ $2V/AF = 0.04/0.76 = 0.053$ $1L/2V = 0.038/0.04 = 0.95$

資料番号	影響方向	関連の状況	振幅比
4.2-G -1 繁留	機 → 船	590 cpm に軸縦振動 (AF) の固有振動数があるが、このとき上構 (1L) の前後および船尾端 (2) 上下にも 5次のピークがあらわれる。	$1WL/AF = 0.012/0.18 = 0.067$ $2V/AF = 0.022/0.18 = 0.122$ $1WL/2V = 0.012/0.022 = 0.55$
		550 cpm に上構 (1W) の前後、船尾端の上下、前後にピークがあらわれるが、このとき主機後端のベッドの上下にもピークがあらわれる。因果関係は不明であるが、このときはプロペラはまわっていないので主機の起振力によることは事実である。	$1WL/2V = 0.016/0.018 = 0.88$
4.2-G -2 満載	機 → 船	軸縦振動 (AF) の固有振動数は 630 cpm にあるが、このとき船尾端 (2) 上下に 5次のピークがあらわれる。また、上構 (1W) の前後振動にも 5次のピークがあるようである。	$2V/AF = 0.12/0.78 = 0.15$ $1WL/AF = 0.04/0.78 = 0.051$
		1. 575 cpm に上構 (1W) の前後および船尾端 (2) 上下に 5次のピークがあり、これが軸系 (AF) の縦振動の 560 cpm 附近の 5次のピークを誘発しているように見える。 2. この振動数では、主機後端のベッド、および二重底に上下振動のピークがあらわれ、主機架構の前後振動、軸系縦振動に伝播していくように見える。 あるいは二重底の上下振動が、これらの振動のもとであるのかも知れぬ。	$AF/2V = 0.34/0.12 = 2.83$ $1W6/2V = 0.10/0.12 = 0.83$
4.2-I -1 満載 ブレーキング 有	機 → 船	1. 軸縦振動 (AA, AF) は 445 cpm に固有振動を有するが、船尾 (2) 上下で 452 cpm に 6次のピークがある。少し振動数がはなれすぎているので、船尾の振動が軸系振動によるかどうかは判然としない。 2. 軸ねじり 1 節の固有振動数は 367 cpm にあるが、各点のデータをながめると、このとき軸の縦振動にピークを生じ、推力受台 (7) にもピークを生じて、船尾端 (2) 上下、上構 (1) 前後にピークを生ぜしめているとみられる。	$2V/AF = 0.072/0.91 = 0.079$ $2V/AA = 0.072/0.85 = 0.085$ $1L/2V = 0.11/0.045 = 2.45$
		船 → 機	上構前後振動 (1L) は 425 cpm にピークをもち、そのとき船尾端 (2) 上下にピークが生ずる。425 cpm は 5次、6次、9次でピークを示し上構の固有振動数とみられる。これが軸系の縦振動に小ピークを生じさせているとみられる。
4.2-I -2 満載 ブレーキング 無	機 → 船	1. 軸縦振動 (AA, AF) の固有振動数は 445 cpm である。上構、船尾端のデータはないが、4.2-I-1 の case と同様の影響を船体に与えていると思われる。 2. 軸のねじり振動も 4.2-I-1 の case と同様に推力受台の前後振動にピークを生ぜしめている。	
4.2-I -3 バラスト ブレーキング 無	機 → 船	1. 軸縦振動 (AF) の固有振動数は 450 cpm である。上構 (1) の固有振動数は 429 cpm とみられるが 450 cpm でも小ピークを生じている。このとき船尾端 (2) 上下にもピークがあるが船体上下振動のピークとみられる。 2. 軸ねじり 1 節振動の固有振動数は 370 cpm で、これが軸縦振動、推力受台前後振動にピークを生ぜしめ上構前後、船尾端上下、前後の振動にピークを生ぜしめている。	$450 \text{ cpm}$ $1L/AF = 0.26/0.55 = 0.47$ $2V/AF = 0.086/0.26 = 0.33$ $1L/2V = 0.26/0.086 = 3.0$
4.2-K	機 → 船	1. 軸縦振動 (AF) の固有振動数は 550 cpm である。上構 (1) の固有振動数は 516 cpm とみられるが 550 cpm	$550 \text{ cpm}$ $1L/AF = 2.25/410 = 0.055$ $2V/AF = 28/410 = 0.068$

資料No.	影響方向	関連の状況	振幅比
		<p>でも小ピークを生じている。</p> <p>2. 550 cpm では船尾端(2)上下にもピークを生じている。</p> <p>3. 軸ねじり1節振動の固有振動数は368 cpm にあるが、このとき推力受(TB)の前後振動、二重底(5')の上下振動にもピークがあらわれ、船尾端(2)の上下振動、上構(2)の前後にもピークがあらわれている。これらのピークは8次の振動である。</p>	$1L/2V = 22.5/28 = 0.80$ $516 \text{ cpm}$ $1L/2V = 33/14 = 2.25$
	船 → 機	<p>1. 上構(1)の前後振動のピーク(固有振動数とみられる)は516 cpm で大きい。このとき船尾端(2)の上下振動にも小ピークがあらわれ、二重底(5')上下、推力受(TB)前後、にも小ピークがあらわれているが、軸の縦振動にも影響して(AF)で小ピークがあらわれている。これらのピークは5次の振動である。</p>	$AF/1L = 120/33 = 3.65$ $5'V/1L = 14.5/33 = 0.44$ $TB/1L = 16/33 = 0.485$
43-D -1	機 → 船	<p>No load test の Case であるが(Bracingあり)</p> <p>軸縦振動(AF)の固有振動数は635 cpm ~ 640 cpm である。この附近では船尾端(2)上下、上構(1)前後に6次のピークがみられる。</p>	$1L/AF = 3/90 = 0.033$ $2V/AF = 3.6/90 = 0.040$ $1L/2V = 3/3.6 = 0.83$
43-D -2	機 → 船	<p>No load test の Case で(Bracing無)であるが</p> <p>軸縦振動(AF)は630 cpm 附近に固有振動数があり、この附近では船尾端(2)上下、にピークがみられるが、上構(1)前後にも小ピークがあるように見える。これらのピークは6次である。</p>	$1L/AF = 4.3/96 = 0.045$ $2V/AF = 6.5/96 = 0.068$ $1L/2V = 4.3/6.5 = 0.66$
43-D -3	機 → 船	<p>1. バラスト状態でBracingのあるCase である。軸縦振動(AF)の固有振動数は680 cpm 附近である。このとき、船尾端(2)上下、上構(1)前後に6次の小ピークがみられる。</p>	$1L/AF = 8/325 = 0.0245$ $2V/AF = 18/325 = 0.055$
		<p>上構(1)の前後固有振動数は613 cpm にあるようであるが(大きなピークが5次振動あらわれる)このときは船尾端(2)上下も大きなピークを示している。二重底もこのとき5次で大きなピークを示している。</p>	$1L/2V = 27/45 = 0.60$
43-D -4	機 → 船	<p>バラストでBracingのないCase である。軸縦振動の固有振動数は680 cpm 附近であるが、6次で大きなピークを示している。</p> <p>このとき、上部構造(1)の前後振動にはつきりしたピークはない。</p>	
		<p>上構(1)の前後振動は5次で610 cpm 附近に大きなピークがあるが、このとき船尾端(2)上下、二重底(5')上下も大きな5次のピークがある。</p>	$1L/2V = 30/68 = 0.44$
43-D -5	機 → 船	<p>満載でBracingありのCase である。軸縦振動(AF)の固有振動数は680 cpm 附近で6次のものが大きいピークを示す。このとき、船尾端(2)上下、上構前後(1L)にも小ピークがみられる。</p>	$1L/AF = 9/250 = 0.036$ $2V/AF = 15/250 = 0.06$ $1L/2V = 9/15 = 0.60$
		<p>上構(1)の前後振動は5次で610 cpm に大きなピークがある。このとき船尾端(2)上下および二重底(5')上下</p>	$1L/2V = 25/35 = 0.71$

資料 No.	影響方向	関連の状況	振幅比
		は小ピークを示す。	
43-G		<p>1. ダンパをとした(ダンパを利かせた)ときは、軸系振動と船体振動の関係はつきりしない。</p> <p>2. ダンパを開いたときはバラスト時 650 cpm、満載時 660 cpm に軸縦振動のピークがあるが、上構(1)ではバラスト時 660～680 cpm、満載時 700 cpm に 6 次のピークがあり、つきりした関連はつかめない。</p> <p>3. ダンパをきかせると軸縦振動はほとんど抑制されるが上構の前後振動は 6 次のものはバラスト時は約 75% に減少する。満載時は 6 次のものは 125% に増加している。</p>	

### 3.3 むすび

軸系振動と船体振動の関連は実験供試船について前表にまとめたが、各船特異の形態を示す。この中で一般的にいえることをあげると次のとおりである。

- 1) 軸系縦振動が同調するとき、上部構造の前後振動にピークを示すものは多い(ディーゼル船 7 隻中 6 隻)。上部構造の形状、剛性、基部の剛性等によつて、その影響の度合は異なるが、上部構造の固有振動数あるいは船体の固有振動数に近いとき、その影響は大きい(附記参照)。船尾に機関室のあるターピン船では、Blade Frequency で、軸縦振動の同調があらわれることはないので、その影響は少ない。
- 2) 上部構造が同調またはピークを示すとき、軸縦振動または推力変動に影響を与えているものが、ディーゼル船 7 隻中 3 隻、ターピン船 2 隻中 2 隻ある。
- 3) 軸ねじり振動は、一般に船体振動に影響は少ないが、軸に縦振動を生ぜしめ推力受、二重底に伝わり、船尾端、上構に振動を与える場合がディーゼル船で 2 隻みとめられた。その内 42-I 船は軸ねじり振動による軸縦振動が、純粹の軸縦振動より大きく上部構造にかなりの前後振動を生ぜしめている。
- 4) 上部構造の前後振動にピークがあらわれるとき、航行状態では上構前後と船尾端上下の振幅比は一般に 0.7～1.0 であり、比較的高さの高い上構ではこの比が、2 をこえるものがある。
- 5) 5 次～6 次の軸縦振動同調時では、航行状態で上構前後と軸縦振動(前端)の振幅比は一般に 0.03～0.08 で特に高さの高い上構では、この比が 0.1 以上となり 0.5～1.0 になる場合もある。
- 6) 一般に Bracing を有するときは上構の振動は Bracing がないときに比べ小さくなるといえる。
- 7) 機関と船体の振動の関連は軸系のみならず、機関架構の振動との関係も併せ考える必要がありそうである。機関架構の横振動と軸縦振動の固有振動数は比較的近い場合が多いのでなかなか区別は困難であるが、機関のなん等かの部分の振動が二重底を振動させ、さらに上部構造に伝達されることとは確かであろう。

(附記)

軸縦振動の同調時、上部構造の前後振動にかなり大きな振動を与える場合があるが、石川島播磨重工で 5 隻のディーゼル船で行なわれた調査結果を次下に示す。次記の船では軸縦振動が同調するとき、上部構造の前後振動も大きなピークとなつてゐる。

船名	船種	船長 Lpp	主機	プロペラ 隻数	軸縦固有振動数	軸縦振動同調時 振動(A)	上部構造前後振動(B)	振幅比(B/A)
X	O.O.	243.8M	9 RD90	5	バラスト時 110 rpm × 6 次	1.09 mm / 660 cpm	0.075 mm / 660 cpm	0.075 / 1.09 = 0.069
					満載時 109 rpm × 6 次	0.56 mm / 654 cpm	0.083 mm / 654 cpm	0.083 / 0.56 = 0.148
Y	O.T.	240M	9 RD90	5	バラスト時 112 rpm × 6 次	0.96 mm / 672 cpm	0.11 mm / 672 cpm	0.11 / 0.96 = 0.114

船名	船種	船長Lpp	主機	プロペラ翼数	軸縦固有振動数	軸縦振動同調時振動④	上部構造前後振動⑤	振幅比③/④
Z	O.T.	235M	9RD90	5	バラスト時 111rpm×6次	0.73mm/666cpm	0.065mm/666cpm	0.065/0.73=0.089
U	B.C.	241M	10RD90	5	バラスト時 125rpm×5次	0.96mm/625cpm	0.34mm/625cpm	0.34/0.96=0.36
V	O.T.	240M	10RD90	5	バラスト時 124rpm×5次	0.73mm/620cpm	0.125mm/620cpm	0.125/0.73=0.125

X、Y、Z船では上構では5次の成分の振動もあつたが、6次の成分も大きく6次のピークを示すとき、軸縦振動は6次で同調状態にあつた。

U、V船はほとんど5次の成分のみで、上構が大きなピークを示すときやはり軸縦振動は5次の同調状態にあつた。これらの船では機関架構の振動は測定していないので、架構振動の影響は不明であるが、少くも軸縦振動のピークは上部構造のピークに一致していた実例である。

日本船舶振興会昭和43年度補助事業  
“巨大船に関する調査研究”

研究資料 No. 91

## 第94研究部会

### 船体機関の振動防止対策に関する実験研究

### 報 告 書

(第3分冊)

昭和44年3月

社 団 法 人  
日 本 造 船 研 究 協 会

## 目 次

<b>第1編 船 体 関 係</b>	(第1分冊)	1
1. 船体固有振動数		3
1. 1 船体上下固有振動数		3
1. 2 船体水平固有振動数		1 4
1. 3 船体縦固有振動数		1 9
1. 4 付 加 水 質 量		2 2
1. 4. 1 船体上下高次固有振動数に及ぼす浅水影響に関する模型実験		2 2
1. 4. 2 船体水平曲げ、振り連成振動における付加質量および付加慣性モーメント		2 6
2. 局 部 振 動		2 9
2. 1 上部構造前後振動		2 9
2. 2 船 底 振 動		3 2
3. プロペラ起振力		3 6
4. 応 答 計 算		4 1
5. 巨大船の Non-Beam Vibration		5 3
6. 実船計測結果		6 1
6. 1 日立造船計測結果		6 1
6. 2 佐世保重工業計測結果		7 9
6. 3 浦賀重工業計測結果		8 7
6. 4 石川島播磨重工業計測結果		9 5
6. 5 三井造船計測結果		1 1 3
6. 6 三菱重工業計測結果		1 4 7
7. 大型模型船実験結果		1 5 5
<b>第2編 機 関 関 係</b>	(第2分冊)	1 8 1
1. 理 論 解 析		1 8 3
1. 1 主機関およびプロペラ軸系の起振力に関する研究		1 8 3
1. 1. 1 首振り振動に対する起振力		1 8 3
1. 1. 2 ねじり振動による誘導起振力		2 0 6
1. 1. 3 プロペラ軸よりの船体振動起振力		2 1 3
1. 2 多点加振の理論解析		2 2 5
1. 2. 1 多自由度系の強制振動の方程式		2 2 5
1. 2. 2 固有振動数と振動モード		2 2 5
1. 2. 3 基準振動への変換		2 2 6
1. 2. 4 機関架構の横振動の応答計算		2 2 7
1. 2. 5 6箇点系多点加振の計算例		2 3 1
1. 3 クランク軸系のねじり縦連成振動の数値解析		2 3 4
1. 3. 1 研究目的		2 3 4
1. 3. 2 一般説明		2 3 4
1. 3. 3 フローチャートの説明		2 3 4

1.3.4 STPHYS プログラムの基本的考え方	235
1.3.5 一般HOLZER法による固有値問題の解 HÖLN フローチャート	237
1.4 クランクスローの撓性係数の解析	242
1.4.1 荷重と微小変位の6次元ベクトル表示	242
1.4.2 物体の撓性係数	242
1.4.3 左右対称物体の撓性行列	243
1.4.4 前後対称物体の撓性行列	243
1.4.5 左右対称かつ前後対称な物体の撓性行列	244
1.4.6 半クランクスローの撓性行列と全クランクスローの撓性行列の間の関係	244
1.4.7 撓性係数の測定	245
1.4.8 クランク軸水平支持デフレクション試験	246
1.4.9 クランク軸鉛直支持デフレクション試験	247
1.4.10 クランクピン中央荷重試験	247
1.4.11 解析例	248
2. 模型実験	250
2.1 小模型実験(機関架構横振動の模型実験)	250
2.1.1 研究目的	250
2.1.2 実験装置および実験方法	250
2.1.3 実験結果	250
2.1.4 固有振動数と振動モード	250
2.1.5 結論	255
2.2 大形模型実験	255
2.2.1 緒言	255
2.2.2 起振機およびロードセルについて	255
2.2.3 架構単独試験	256
2.2.4 実機に対する計算	263
2.2.5 合同実験	266
2.2.6 測定結果	267
3. 実機実験	275
3.1 実機の起振実験および運転時振動実験	275
3.1.1 起振実験	275
3.1.2 運転時振動実験	357
3.1.3 総括的検討	385
3.2 係留時および海上試運転時振動実験	387
3.2.1 測定項目	387
3.2.2 供試船要目	387
3.2.3 計測要領	388
3.2.4 考察	407
第3編 船体と機関・軸系の関連振動の実測結果 (第3分冊)	411
緒言	413

1. 実測資料	.....	414
1.1 SHIP No. H-4	.....	414
1.2 SHIP No. 41-C	.....	420
1.3 SHIP No. 41-E	.....	427
1.4 SHIP No. 41-G	.....	434
1.5 SHIP No. 41-H	.....	440
1.6 SHIP No. 41-J	.....	449
1.7 SHIP No. 42-G	.....	467
1.8 SHIP No. 42-I	.....	477
1.9 SHIP No. 42-J	.....	497
1.10 SHIP No. 42-K	.....	505
1.11 SHIP No. 43-D	.....	512
1.12 SHIP No. 43-G	.....	531
2. 機関架構振動と船体振動の関連の検討	.....	546
2.1 供試資料	.....	546
2.2 検討	.....	546
3. 軸系振動と船体振動の関連の検討	.....	551
3.1 供試資料	.....	551
3.2 検討	.....	552
3.3 むすび	.....	555

第3編 船体と機関・軸系の関連振動の実測結果

## 緒 言

この部会において昭和41～43年度間に実船振動実験により船体と機関および軸系の振動の同時計測が数多く行なわれ、その結果は船体と機関・軸系とはそれぞれ別個に41、42年度報告中に記載されてきたが、これらの振動の関連を十分把握するためには両者の振動をつきあわせて比較検討することが必要である。この目的のため昭和43年度にこの部会内に船体機関合同小委員会が設置され7回の委員会で上記のまとめ作業を行なつた。

プロペラのほかに主機関および軸系その他が船体（局部構造を含む）振動の起振源として存在し、また逆に船体振動が原因となつて機関および軸系の振動をひきおこすことは従来から着目されてはいたが、これらの振動の相関関係を知るための実船での振動計測および解析はこの部会ではじめて総合的に実施されたものである。

ここでは船体・機関の要目および振動計測点の配置などをまとめて最初に示し、その後実測による共振曲線をまとめて示してあるので、船体と機関・軸系各部の振動の相関が判明する。そしてその後に実際の設計に役立つ資料として、プロペラ回転数をベースとして各部の固有振動数とこの固有振動をひきおこした起振源が何であるかが判明するいわゆるキャンベル線図を作製して示してある。この図において起振源に対する各部の振動応答の大きさを知ることができる。最後に実船での実測結果の解析および考察ができるだけ簡明にまとめて示してある。

この報告が船体と機関・軸系の関連振動の理解と実際の設計者の振動のない船体の設計意図に少しでも役立つことができれば幸いである。

# 1. 実測資料

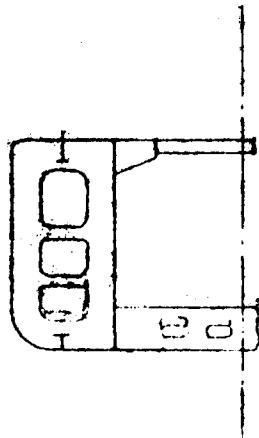
## 1.1 SHIP NO. H-4

SHIP NO.	H-4
BUILDER	MITSUBISHI NAGASAKI

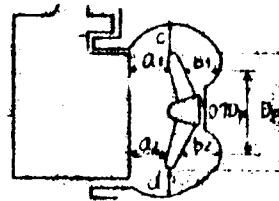
### PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	ORE/OIL CARRIER WELL DECKER	KIND & TYPE	TURBINE, MTP
CLASS	A, B	NUMBER	1 SET
CONSTRUCTION	LONG SYSTEM	POSITION OF ENG.	A.F.T
Loa	220 <sup>m</sup> 0	B.H.P.(MCR)	18,000 PS
Lpp	208 <sup>m</sup> 0	R.P.M.(MCR)	105
Bmld	32 <sup>m</sup> 2	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub> —
Dmld	16 <sup>m</sup> 4		F <sub>v2</sub> —
dfull	12 <sup>m</sup> 14		F <sub>H</sub> —
Δfull	66,500 KT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> —
D.W.	52,000 KT		M <sub>v2</sub> —
Cbfu11	0.808		M <sub>H1</sub> —
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	PROPELLER	
WEB AREA	I <sub>H</sub>	NUMBER	1
	A <sub>v</sub>	NO. OF BLADES	5
	A <sub>H</sub>	DIAMETER	6 <sup>m</sup> 750

### SKETCH OF SECTION



### SKETCH OF SCREW APERTURE



a <sub>1</sub> ;	970	a <sub>1</sub> / D <sub>p</sub>	14.4 %
a <sub>2</sub> ;	1,180	a <sub>2</sub> / D <sub>p</sub>	17.5 %
b <sub>1</sub> ;	1,940	b <sub>1</sub> / D <sub>p</sub>	28.7 %
b <sub>2</sub> ;	1,720	b <sub>2</sub> / D <sub>p</sub>	25.5 %
c ;	1,900	c / D <sub>p</sub>	28.2 %
d ;	680	d / D <sub>p</sub>	10.05 %

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION				
MAIN DIMENSION	CYL. BORE		TEST NO.	Sea Trial			
	PISTON STROKE		LOAD CONDITION	Ballast			
	CYL. NUMBER		BRACINGS				
FIRING ORDER			DATE	Dec. 23, 1965			
			PLACE	off Miye near Nagasaki			
EXCITING MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION	H-TYPE		WEATHER	Rain			
	X-TYPE		SEA CONDI.	Rough			
			DEPTH OF WATER	AB. 60m			
			Δ test	39,400 KT			
			d <sub>f</sub>	6m 04			
			d <sub>m</sub>	7m 92			
			d <sub>a</sub>	9m 68			
			PROPELLER IMMERSION	14 2%			
OTHER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT				
DETAIL OF EXCITER							
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	—	MEASURING POINT & DIREC		NO. OF POINTS		
	MAX. EXCIT. FORCE	—	V				
	DIRECTION OF EXCIT	—	5'	V	3		
ENGINE EXCITER	TYPE OF EXCITER	—	7	L			
	MAX. EXCIT. FORCE	—	T	—			
	DIRECTION OF EXCIT	—	Q	—	2		
OTHER DESCRIPTION							

● VIBRATION MEASURING  
POINT OF STRUCTURE

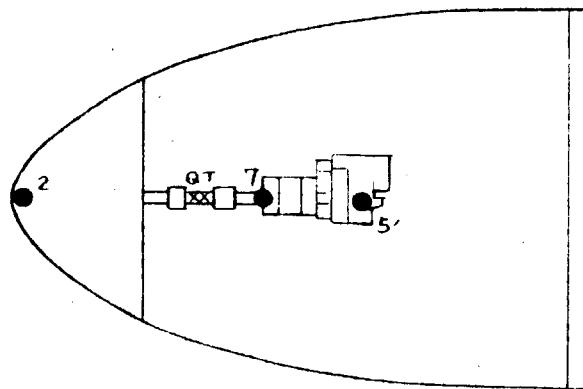
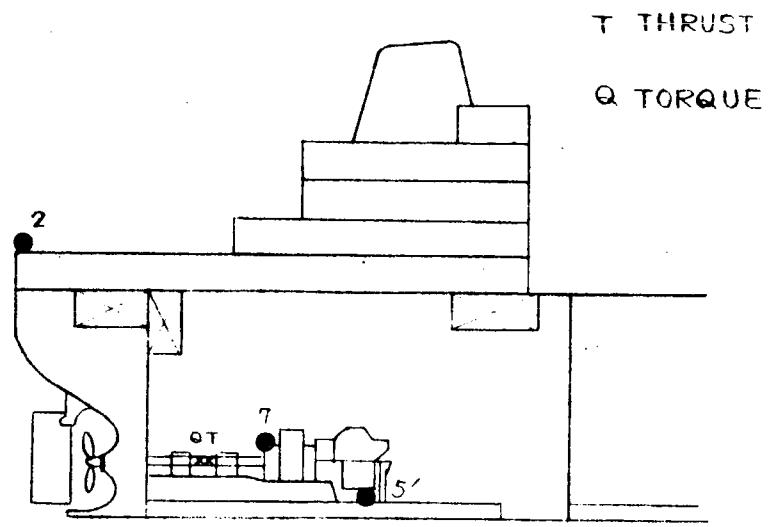


図 1.1.1 MEASURING POINTS

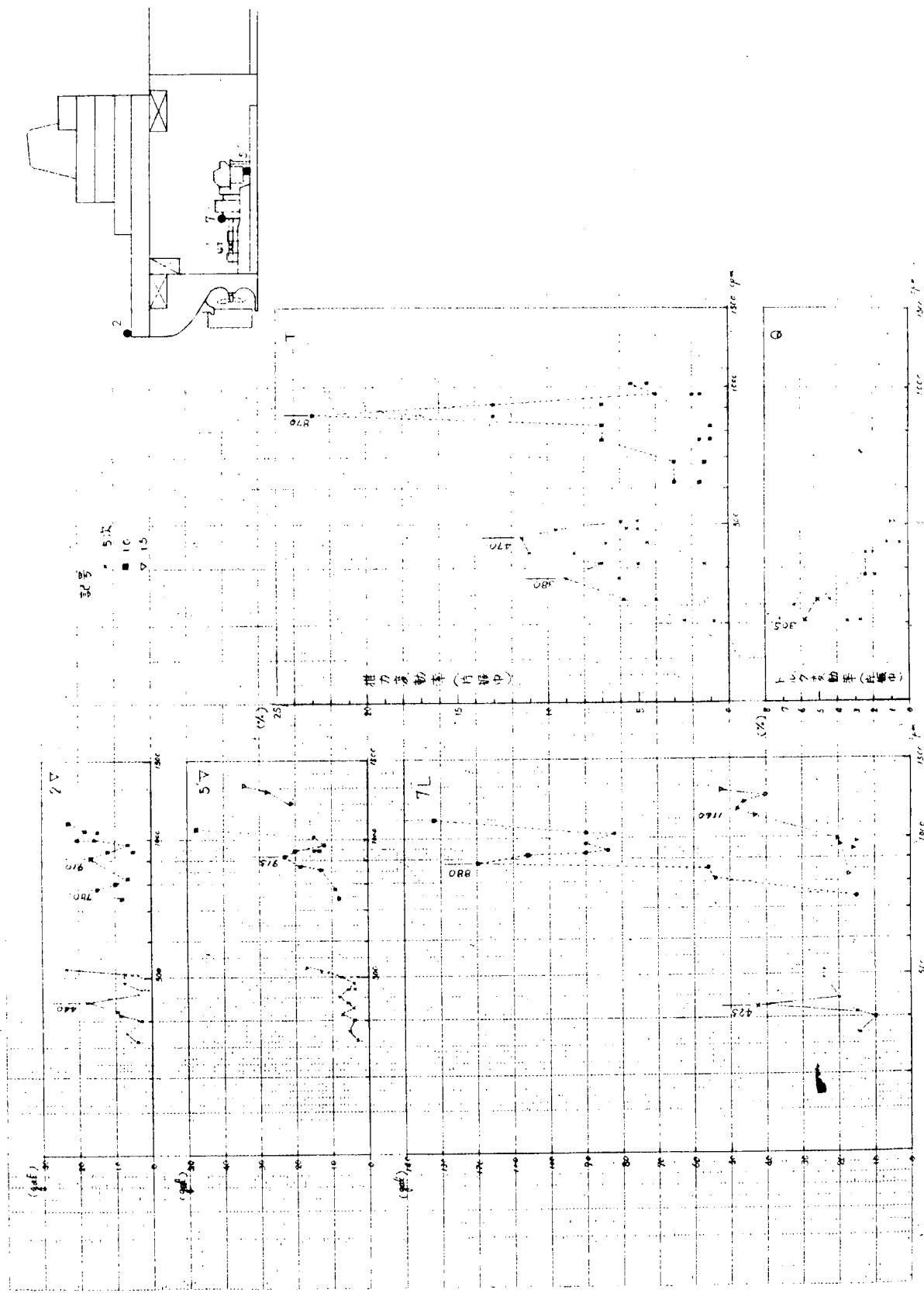
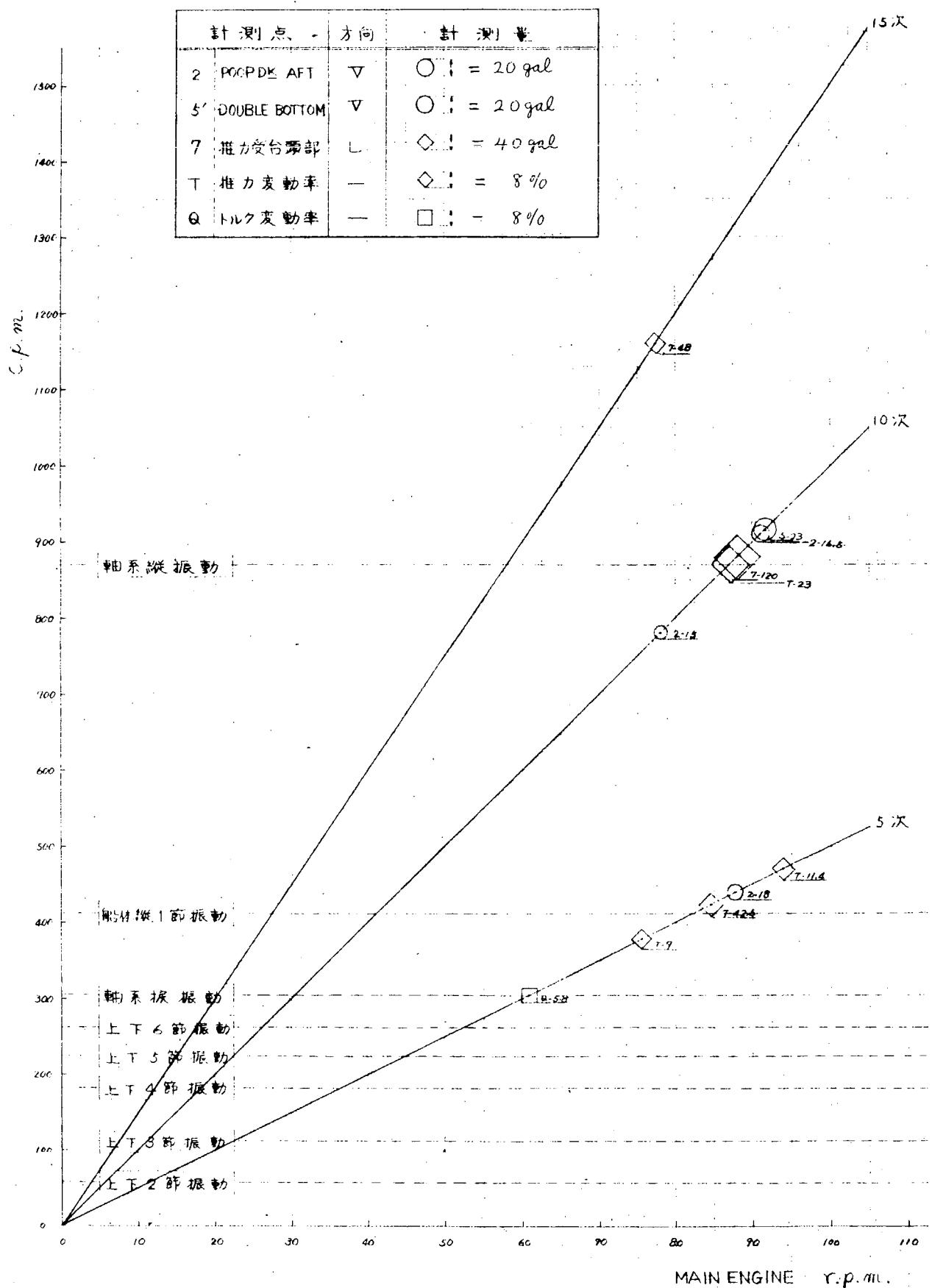


図 1.1.2 軸系振動と軽体振動の関係(共振曲線)



## [考 察]

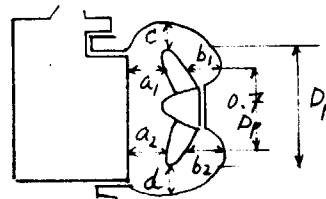
- 1) 船尾の上下振動加速度が、5次成分と10次成分で大略同程度であるのに反し、機関室内二重底の上下振動、および推力軸受台頂部の前後振動では、5次成分より10次成分のほうが大きい。
- 2) 平均推力に対する推力変動率(片振幅)は、主機回転数とともに若干増加するが、MER～MCRでは約6～7%(5次成分)および4～5%(10次成分)程度である。
- 3) 10次の推力変動が87 r.p.m.でピークを示しているが、これは軸系の縦振動(0節)共振点と考察される。このとき推力変動率は23%に達している。また、推力軸受台頂部の前後振動もこのときピークを示している。(120 gal)
- 4) 軸系縦振動の共振点に伴つて、機関室内二重底の上下振動にも共振点が認められる。(23 gal)  
このとき、船尾上下振動では、むしろ5次成分(440 cpm)にピークがある。
- 5) 推力軸受台頂部に425 cpm(5次)のピークがある。(43 gal)  
この振動数は、別途実施された起振機実験により得られた船体縦1節振動数(412 cpm)に近いので、船体縦1節振動によるものと考察される。この振動数の近傍(440 cpm)で、船尾上下振動にも前述のように、小さなピークが生じている。(18 gal)
- 6) トルク変動率が、305 cpmでピークを示しているが、300 cpm近傍に軸系の振動数があるためと考察される。  
平均トルク変動率(片振幅)はMER～MCRで1%程度である。

1.2 SHIP NO. 41-C

SHIP NO.	41-C
BUILDER	MITSUBISHI KOBE

PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	BULK CARRIER FLUSH DECKER	KIND & TYPE	DIESEL, 6RD90
CLASS	NK	NUMBER	1
CONSTRUCTION	COMBIN	POSITION OF ENG.	A.F.T
Loa	224 <sup>m</sup> 00	B.H.P.(MCR)	15,000 PS
Lpp	211 <sup>m</sup> 00	R.P.M.(MCR)	122
Bmld	31 <sup>m</sup> 80	UNBALANCED MOMENT	F <sub>v1</sub> 0
Dmld	17 <sup>m</sup> 50		F <sub>v2</sub> 0
d full	11 <sup>m</sup> 527		F <sub>H</sub> 0
Δfull	65,400 Kt	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> 0
D.W.	54,390 LT		M <sub>v2</sub> 156 t-m
C <sub>b</sub> full	0.8269		M <sub>H</sub> 0
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	PROPELLER	
	I <sub>H</sub>	NUMBER	1
WEB	A <sub>v</sub>	NUMBER OF BLADES	5
AREA	A <sub>H</sub>	DIAMETER	6 m



a <sub>1</sub> / D <sub>P</sub>	18.3 %
a <sub>2</sub> / D <sub>P</sub>	18.3 %
b <sub>1</sub> / D <sub>P</sub>	20.3 %
b <sub>2</sub> / D <sub>P</sub>	23.4 %
c / D <sub>P</sub>	20.3 %
d / D <sub>P</sub>	7.3 %

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION	
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	900 mm	TEST NO.	
	PISTON STROKE	1550 mm	LOAD CONDITION	
	CYL. NUMBER	6	BRACINGS	
FIRING ORDER	1-6-2-4-3-5		DATE	NOV. 9~10, 1966
			PLACE	OSAKA BAY
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	6, 12 ORDER 6.00	WEATHER	FINE
	X-TYPE	1, 5, 7, 11 " 0.000	SEA CONDI.	SMOOTH
		2, 4, 8, 10 " 1.386	DEPTH OF WATER	ABOUT 50m
		3, 9, 15 " 3.600	△ test	29,150 KT
			d <sub>t</sub>	3m 820
			d <sub>m</sub>	5m 515
OTHER			d <sub>s</sub>	7m 210
			PROPELLER IMMERSION	55.5%
MEASURING POINTS & INSTRUMENT				
MEASURING POINT & DIREC.		NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP	
1	L			
2	H			
2'	V			
3	H			DISPLACEMENT
3 <sub>0</sub>	H			METER
4	H			
5	H			
5	V			

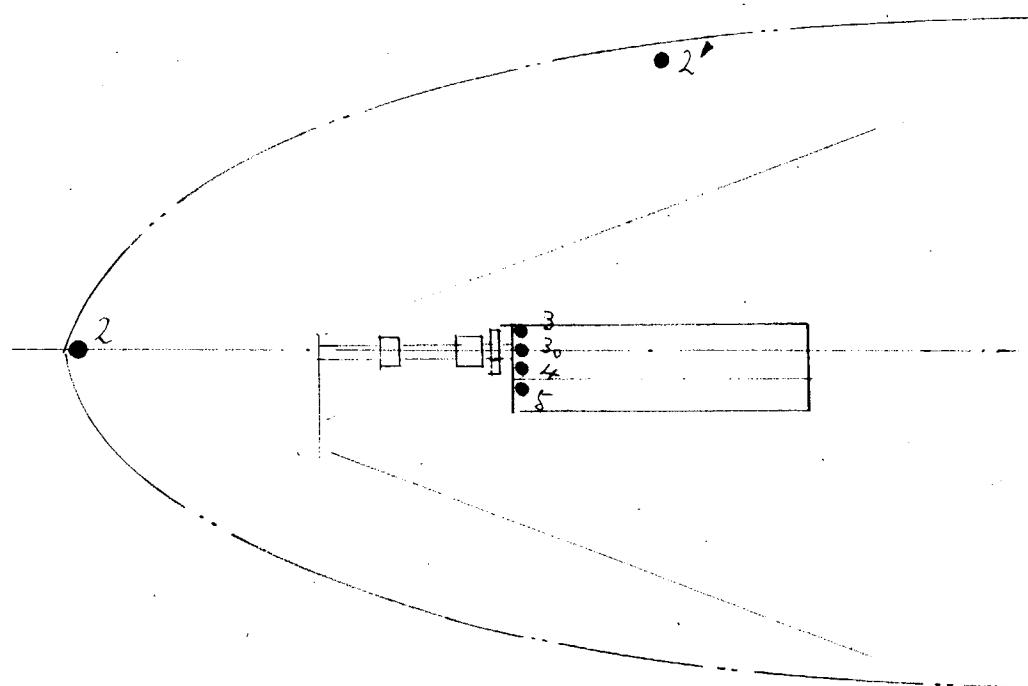
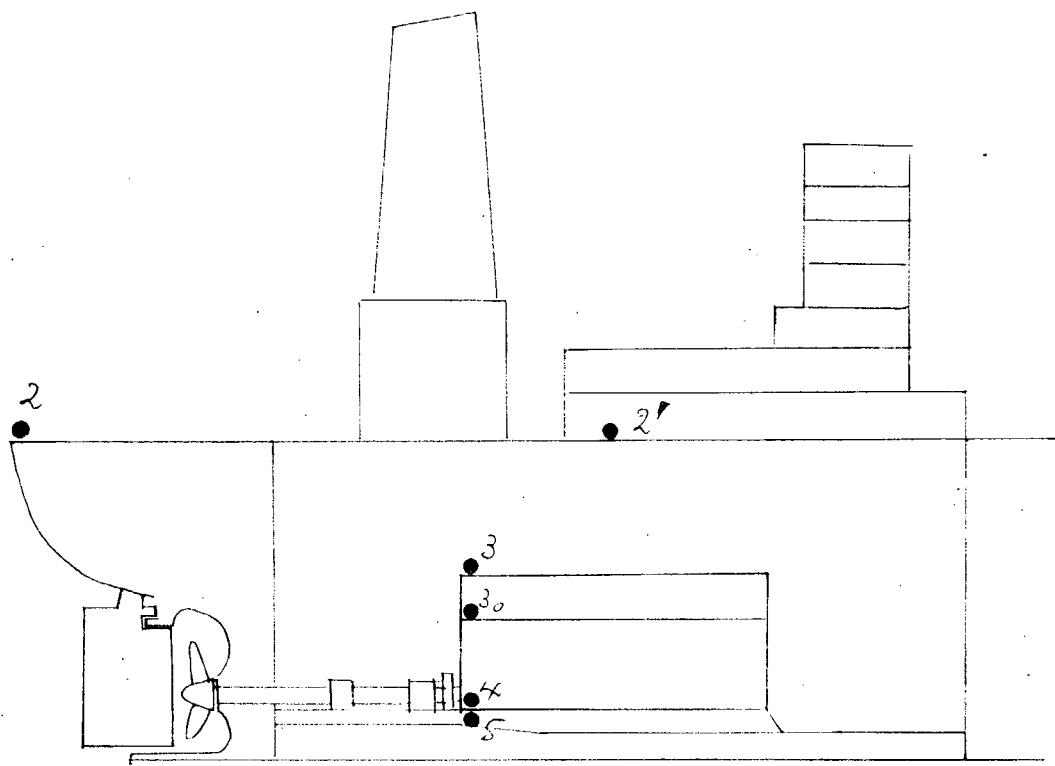


図 1.2.1 MEASURING POINTS

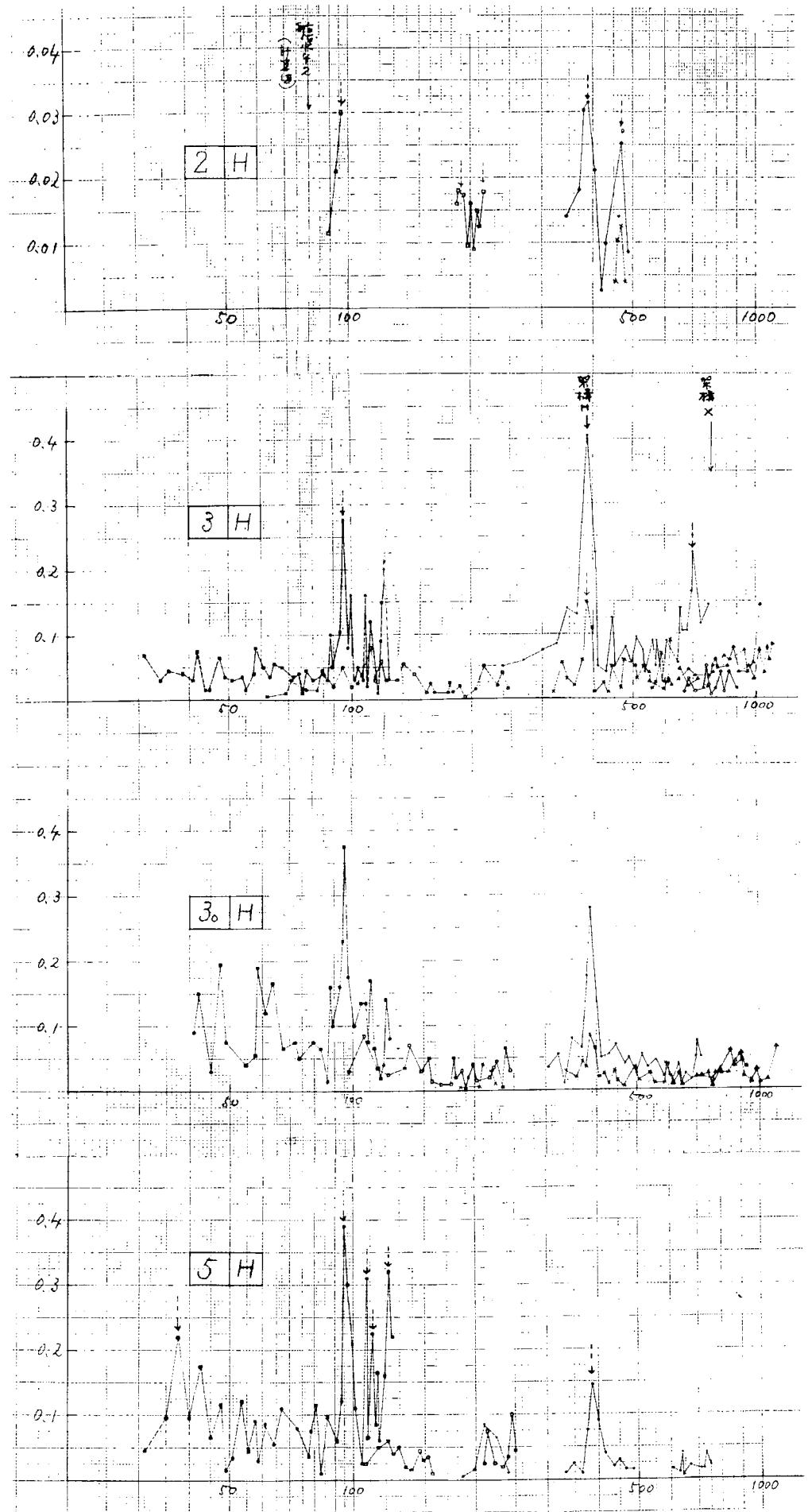


図 1.2.2

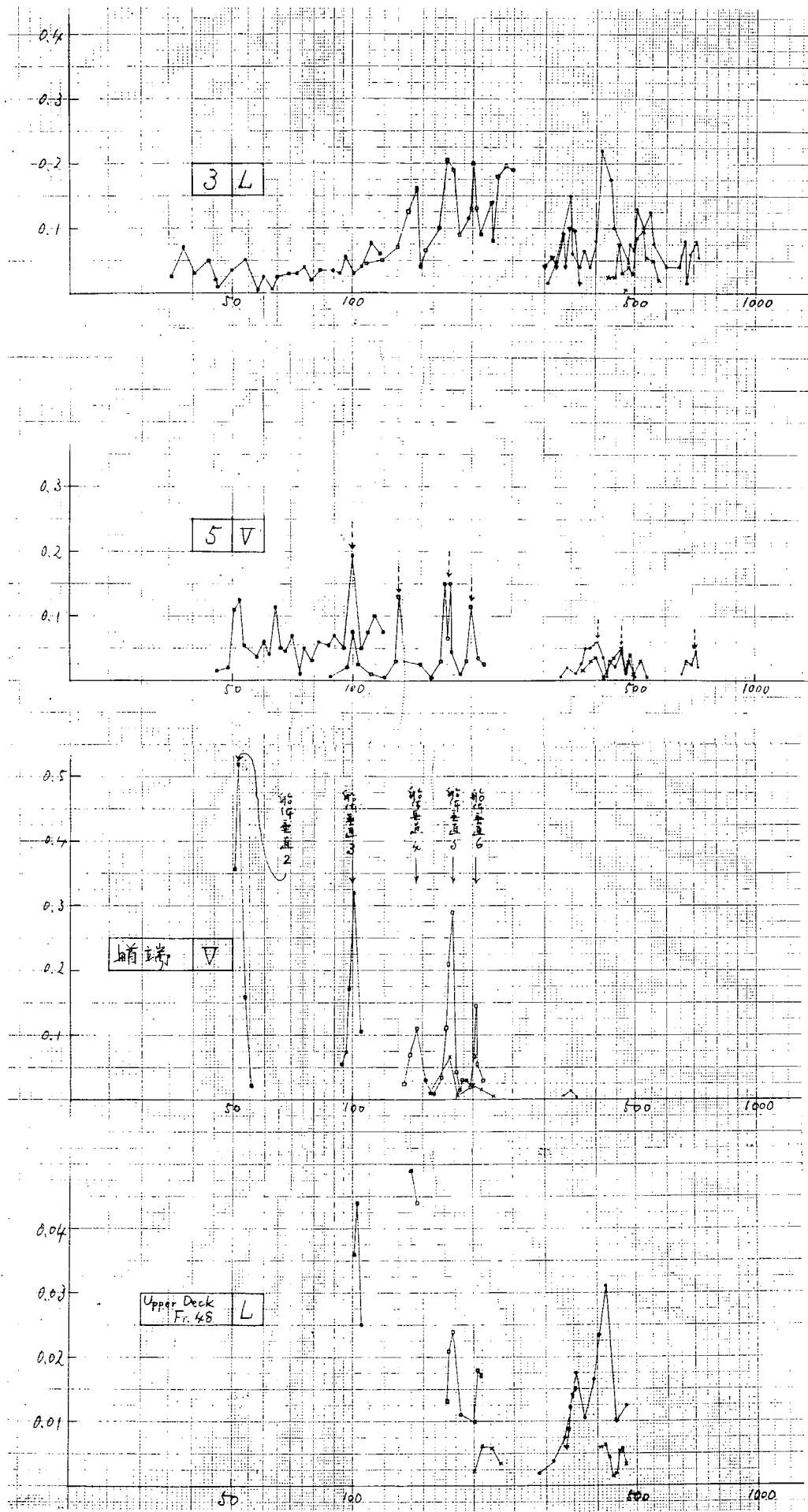


图 1.2.3  
—424—

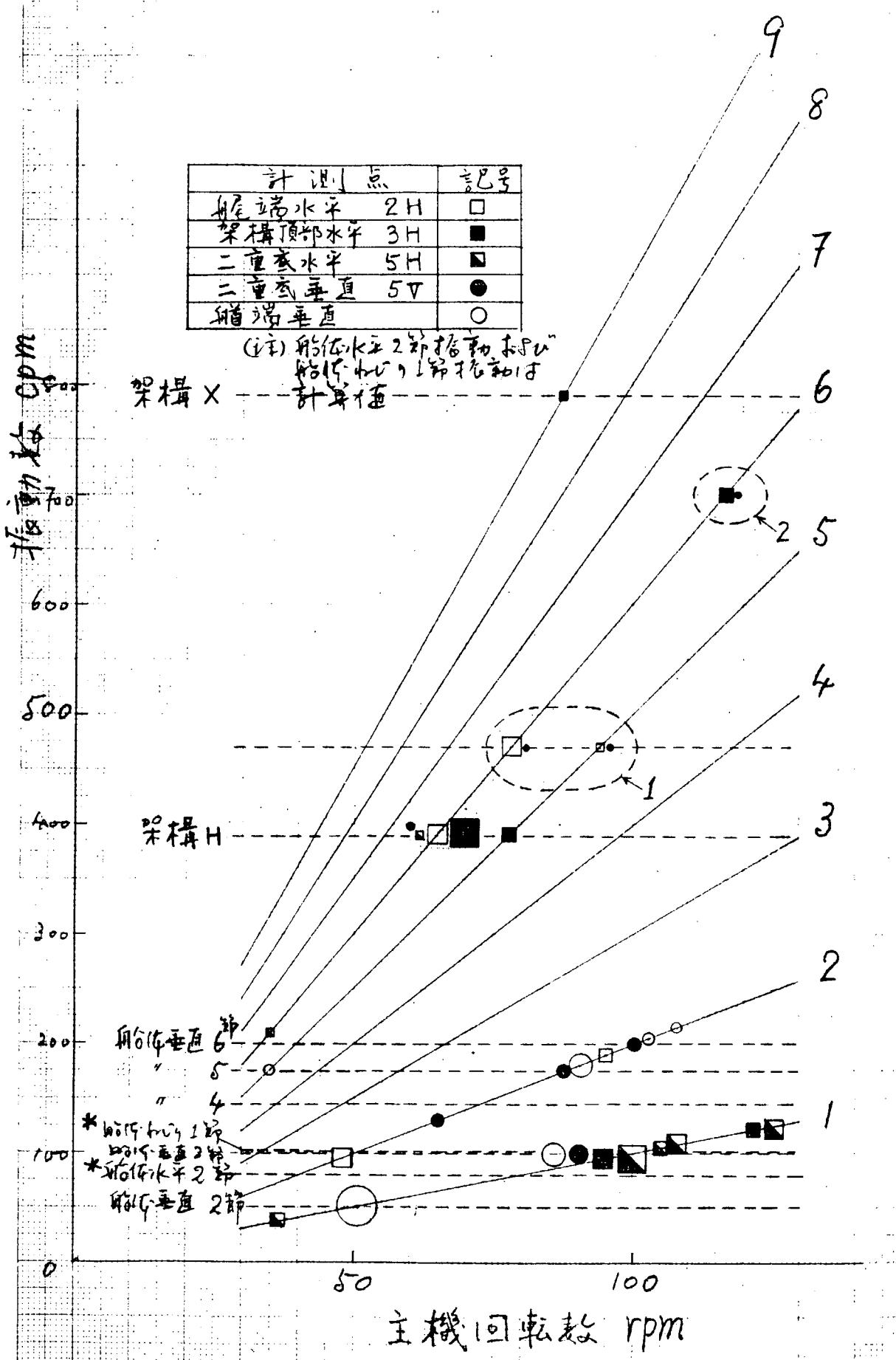


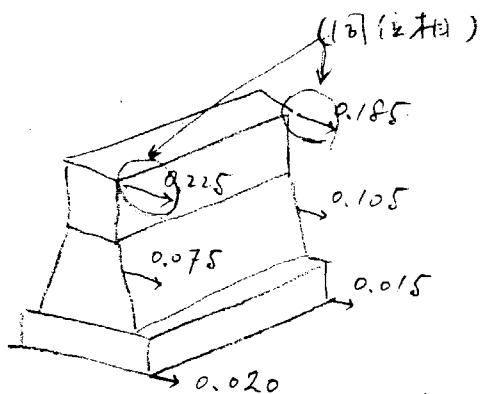
图 1.2.4

### [測定結果について]

着火順序を考察すれば、架構H形振動は6次、X形振動は9次成分で起振される。

H形共振時(65 rpm、6次)には、二重底上下、および船尾端水平振動にも共振点がみられる。特に船尾端水平の振動振幅は、このときに最大となつてゐる。また700 cpm で、架構が6次成分でかなり大きく振動していて振動振幅は架構頂部で65 rpm、6次のH形に対して1/2程度である。(ピークは、架構中間部、基部にも若干みられる)これについて架構各部の振幅は下図のようになり、架構頂部前端と後端の位相は、ほぼ同じである。このとき船首、船尾端の水平振動には、ピークは見られず、架構自体の振動と考えられる。

X形振動(88 rpm、9次)は起振力が小さいためか、架構の振動振幅自体小さく、二重底、船尾端等への影響は、はつきりとは見られなかつた。470 cpmにおいて5次、6次成分で船尾端水平および二重底垂直振動にピークが見られるがこれは船体の水平またはねじり振動の高次のものによると推定される。



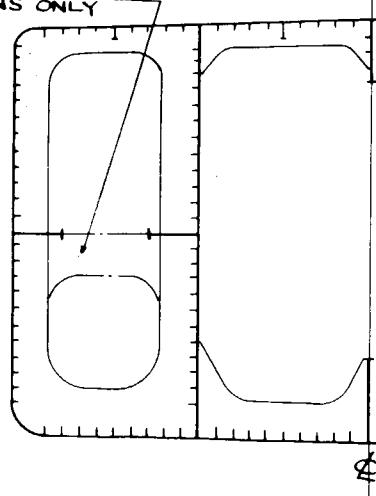
## 1.3 SHIP NO. 41-E

SHIP NO.	41-E
BUILDER	K.D.Y.

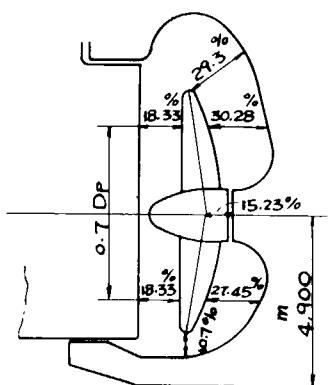
## PARTICULARS OF SHIP

HULL			MAIN ENGINE		
KIND & TYPE		OIL TANKER FLUSH DECKER	KIND & TYPE		KAWASAKI MAN K9Z 93/170E
CLASS		N.K.	NUMBER		1
CONSTRUCTION		LONG L SYSTEM	POSITION OF ENG.		AFT
Loa		274 <sup>m</sup> 00	B.H.P.	M.C.O. 24,750	NORL 21,000
Lpp		260 <sup>m</sup> 00	R.P.M.	115	AB. 109
Bmld		42 <sup>m</sup> 00	UNBALANCED FORCE	F <sub>y1</sub>	
Dmld		23 <sup>m</sup> 30		F <sub>y2</sub>	
dfull		15 <sup>m</sup> 50		F <sub>H</sub>	
Δfull		140,260 t		M <sub>y1</sub>	
D.W.		118,400 LT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>y2</sub>	
Cb full		0.807		M <sub>H</sub>	
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	615.9 m <sup>4</sup>	PROPELLER		
	I <sub>H</sub>	—	NUMBER	1	
WEB	A <sub>v</sub>	1.830 m <sup>2</sup>	NUMBER OF BLADES	6	
AREA	A <sub>H</sub>	—	DIAMETER	6 <sup>m</sup> 700	

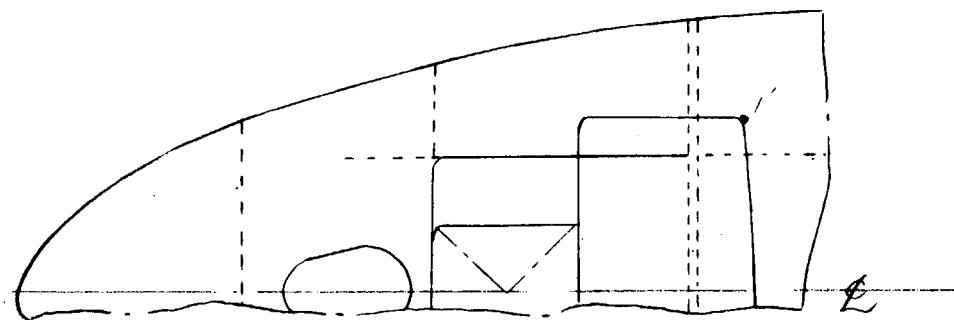
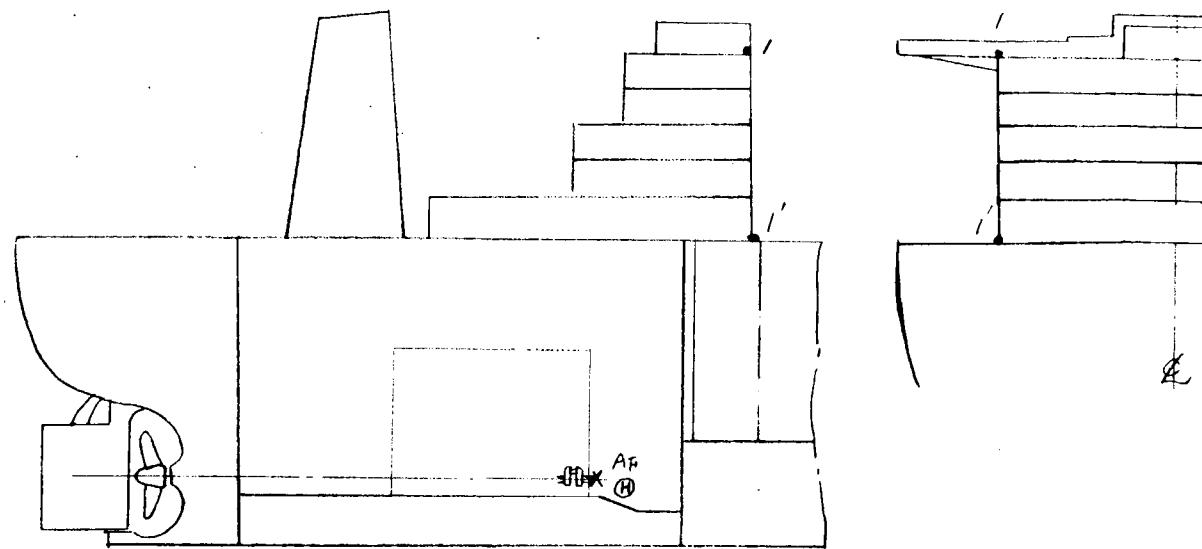
## SKETCH OF SECTION

TANK CENTER  
TRANS ONLY

## SECTION OF SCREW APERTURE

CLEARANCES SHOWN BY FRACTION TO DP

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION		
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	930 <sup>mm</sup>	TEST NO.	1	2
	PISTON STROKE	1,700 <sup>mm</sup>	LOAD CONDITION	BALLAST	FULL LOAD
	CYL. NUMBER	9	BRACINGS	WITH	WITH
FIRING ORDER	1-9-4-2-8-5-3-7-6		DATE	DEC. 28th '66	JAN. 7th '67
			PLACE	OFF HINOMISAKI	OFF HINOMISAKI
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9,18 ORDER 9.00	WEATHER	FINE	FINE
	X-TYPE	1,8,10,17 " 03106	SEA CONDITION	SMOOTH	SMOOTH
		2,7,11,16 " 01985	DEPTH OF WATER	70 <sup>m</sup>	70 <sup>m</sup>
		3,6,12,15 " 40062	Δ test	68,330 LT	140,250 LT
		4,5,13,14 " 13074	df	6 <sup>m</sup> 40	15 <sup>m</sup> 50
	9,18 " 00833		dm	8 <sup>m</sup> 00	15 <sup>m</sup> 50
OTHER	$\frac{I}{D_2} =$		da	9 <sup>m</sup> 60	15 <sup>m</sup> 50
			PROPELLER IMMERSION	140 %	316 %
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT		
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER		MEASURING POINT & DIRECTION		TYPE OF PICK-UP
	MAX. EXCIT. FORCE		1	L	UNBOUNDED TYPE U-GAUGE
	DIRECTION OF EXCIT.		1'	L, V	"
OTHER DESCRIPTION			A <sub>F</sub>	L	DS-36S-L-型 差動変圧器
			θ		GUIGER TORSIOGRAPH



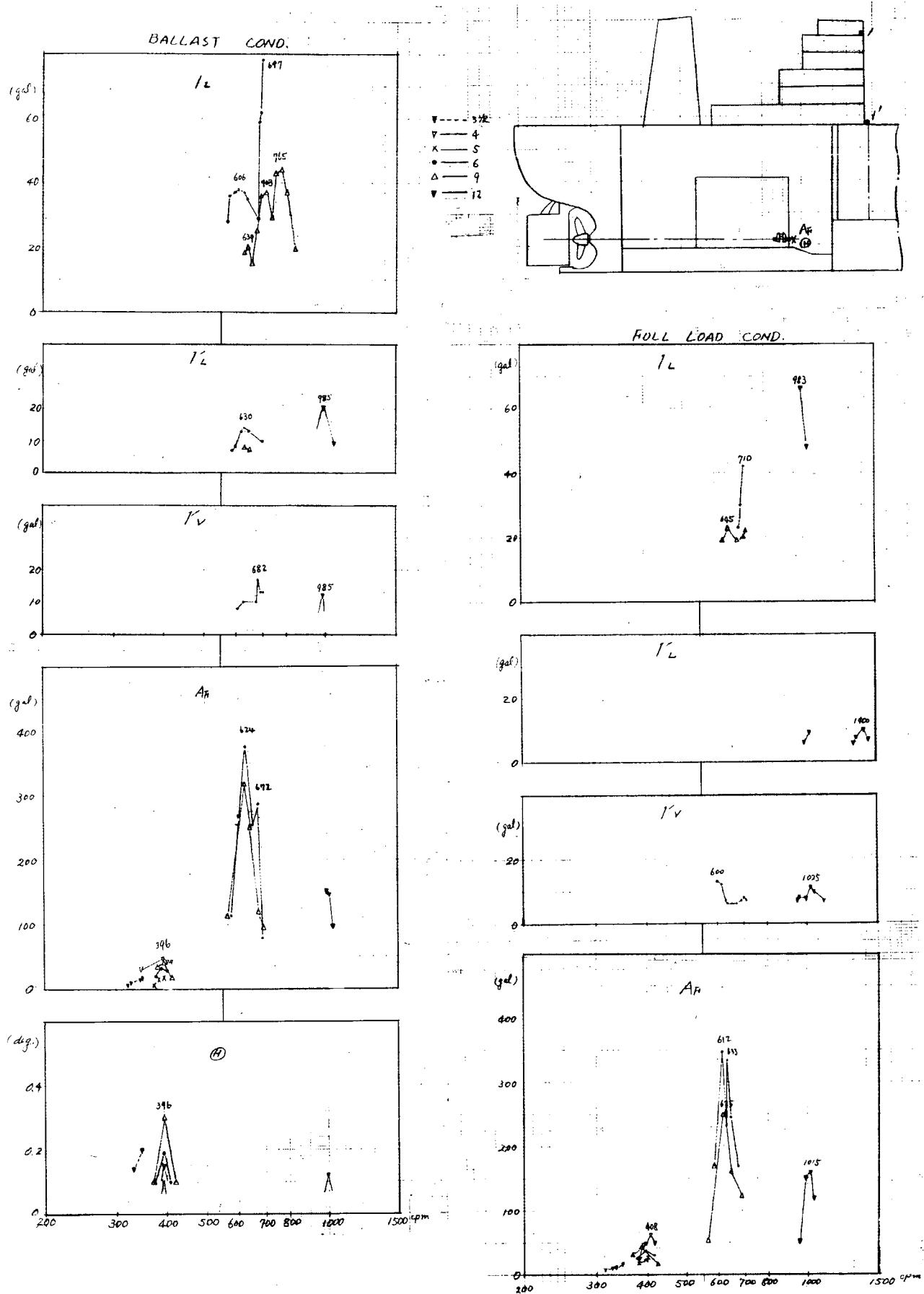
●: VIBRATION MEASURING POINTS OF STRUCTURE

X : " OF SHAFT

Ae : AXIAL VIBRATION

(H) : TORSIONAL VIBRATION

図 1.3.1 MEASURING POINTS



☒ 1.3.2

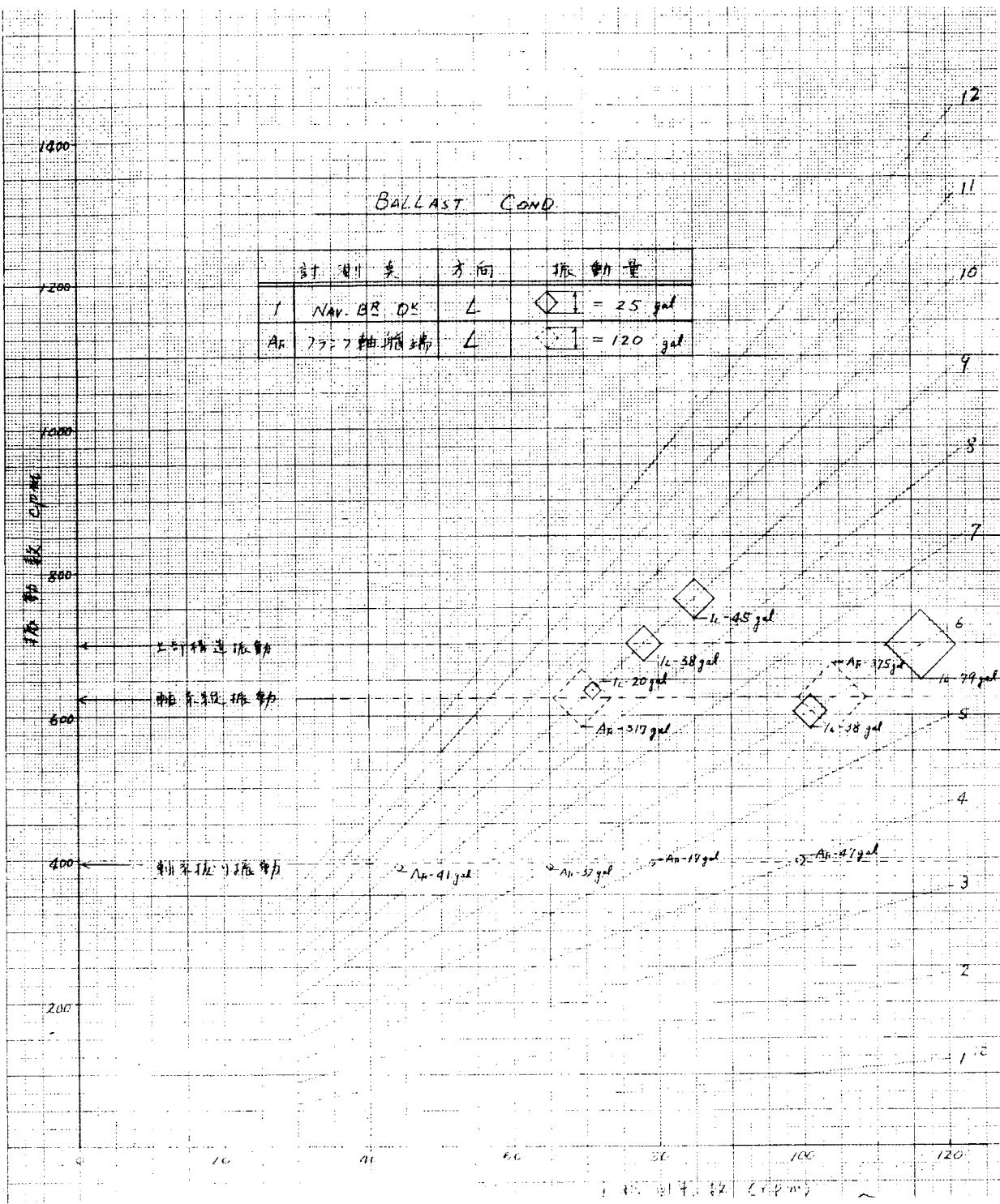


図 1.3.3

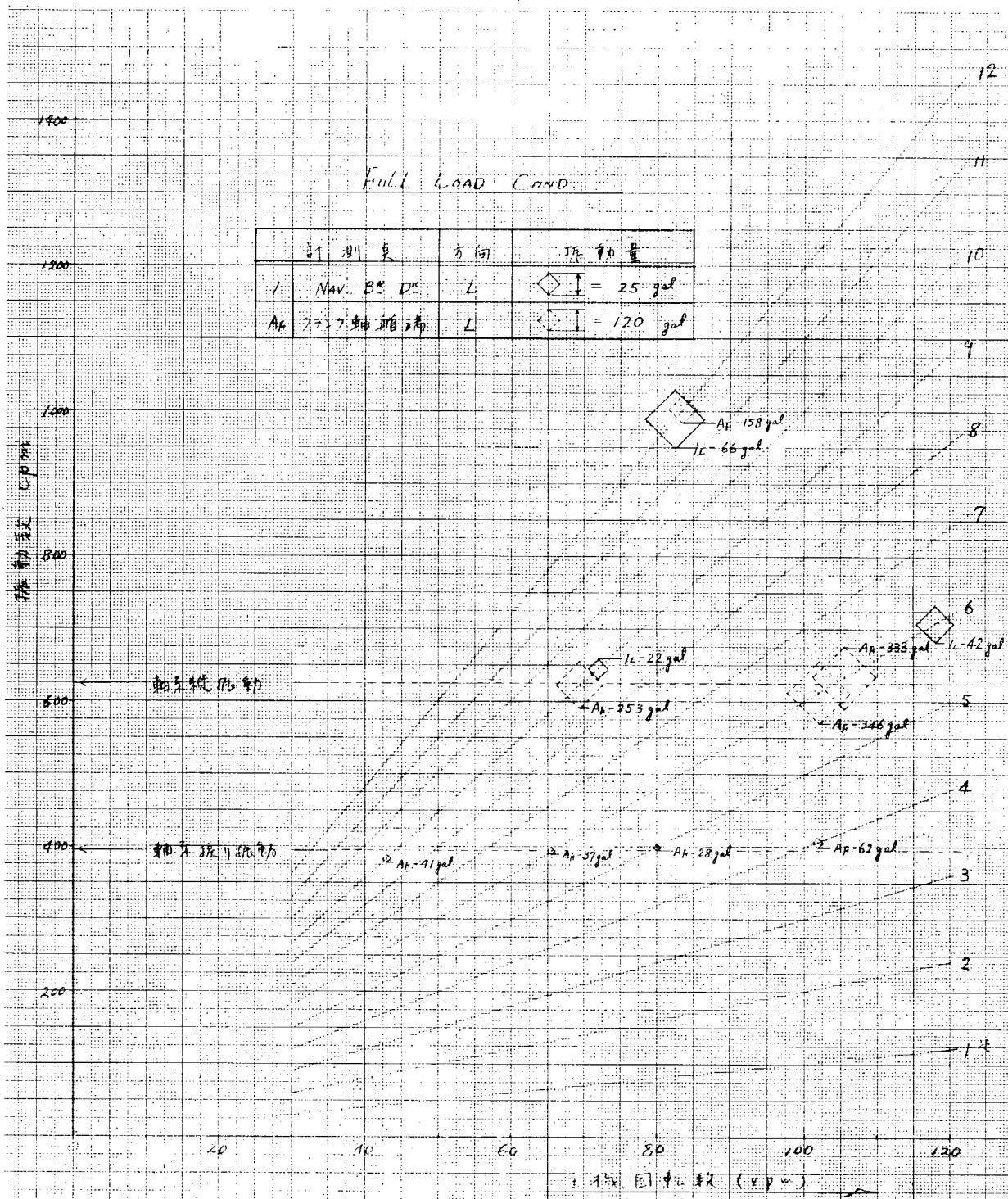


図 1.3.4

## [ 考 察 ]

本船のプロペラは 6 翼、エンジンは 9 筒であり軸系、船体共に 6 次、9 次、12 次の振動が大きい。

Full, Ballast cond. によるクランク軸縦振動の違いはあまり大きくなないが、上部構造の前後振動の様子はかなり違つており、Ballast 状態では 9 次、6 次の振動が大きいが、Full では 12 次の振動 ( 983 cpm ) が現れてい。

この上構の 12 次の振動はクランク軸振り振動 12 次のピークに一致している。

Full 状態では Ballast 状態より Surface Force の上構に対する影響が大きいと思われ、Blade Freq. × 2 の Surface Force が、Full 状態での上構 12 次の振動の原因とも考えられる。

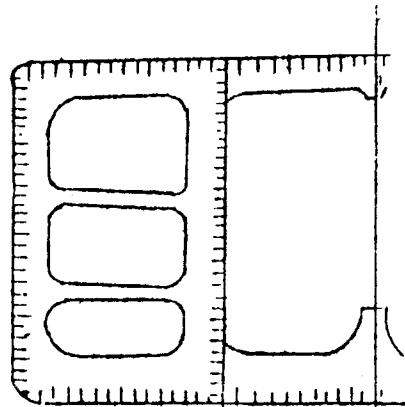
クランク軸の縦振動にはクランク軸の振り振動によつて生じている成分が明らかに現われている。

## 1.4 SHIP NO. 41-G

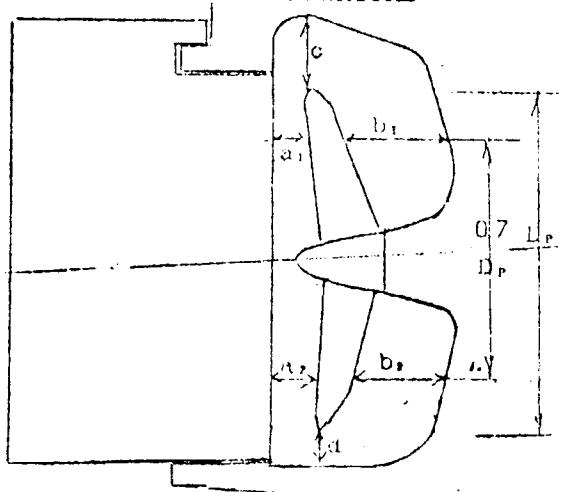
SHIP NO.	41-G
BUILDER	MHI NAGASAKI

## PARTICULARS OF SHIP

MAIN HULL			MAIN ENGINE	
KIND/TYPE	O/T WITH BRIDGE AFT	KIND/TYPE	STEAM TURBINE (MT-300)	
CLASS	N V	NUMBER	1	
CONSTRUCTION	LONG L. SYSTEM	POSITION OF ENGINE	AFT	
Loa	30.0 <sup>m</sup> 0	B.H.P. (MCR)	30.000 PS	
Lpp	28.5 <sup>m</sup> 0	R.P.M. (MCR)	90	
Bmld	4.8 <sup>m</sup> 2	UNBALANCED FORCE	F <sub>V1</sub>	
Dmld	2.3 <sup>m</sup> 5		F <sub>V2</sub>	
d full	1.6 <sup>m</sup> 3		F <sub>H</sub>	
Δf full	187,213 KT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>V1</sub>	
D/W	156,700 KT		M <sub>V2</sub>	
C <sub>b</sub> full	0.816		M <sub>H</sub>	
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	8.10×10 <sup>8</sup> mm <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	PROPELLER	
	I <sub>H</sub>		NUMBER	1
WEB AREA	A <sub>v</sub>	1.86×10 <sup>6</sup> mm <sup>2</sup>	NO. OF BLADES	6
	A <sub>H</sub>		DIAMETER	8. <sup>m</sup> 1
SECTIONAL AREA	A <sub>s</sub>	7.70×10 <sup>6</sup> mm <sup>2</sup>		

SKETCH OF SECTION

0 5 10 M

SKETCH OF SCREW APERTURE

a <sub>1</sub> / D <sub>P</sub>	13.7 %	b <sub>2</sub> / D <sub>P</sub>	32.4 %
a <sub>2</sub> / D <sub>P</sub>	14.8 %	c / D <sub>P</sub>	35.6 %
b <sub>1</sub> / D <sub>P</sub>	30.4 %	d / D <sub>P</sub>	15.1 %

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION		
MAIN DIMENSION	CYL. BORE		TEST NO.	Sea Trial	
	PISTON STROKE		LOAD CONDITION	Ballast	
	CYL. NUMBER		BRACINGS		
FIRING ORDER			DATE	Feb. 6, 1967	
			PLACE	off Miye near Nagasaki	
EXCITING MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION	H-TYPE		WEATHER	Cloudy, later Fine	
			SEA CONDI.	Moderate	
	X-TYPE		DEPTH OF WATER	AB. 60 <sup>m</sup>	
			Δ test	94.900 KT	
			df	7 <sup>m</sup> 34	
			dm	8 <sup>m</sup> 69	
OTHER	Steam Turbine		da	10 <sup>m</sup> 06	
			PROPELLER IMMERSION	102.8%	
MEASURING POINTS & DETAIL OF EXCITER			INSTRUMENT		
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	—	MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP
	MAX. EXCIT. FORCE	—	1	L	Unbonded Gauge
	DIRECTION OF EXCIT.	—	2	L V	4 Type Accelerometer
ENGINE EXCITER	TYPE OF EXCITER	—	A A	L	
	MAX. EXCIT. FORCE	—	T	—	Strain Gauge &
	DIRECTION OF EXCIT.	—	Q	—	Slip Ring
OTHER DESCRIPTION					

● VIBRATION MEASURING  
POINT OF STRUCTURE

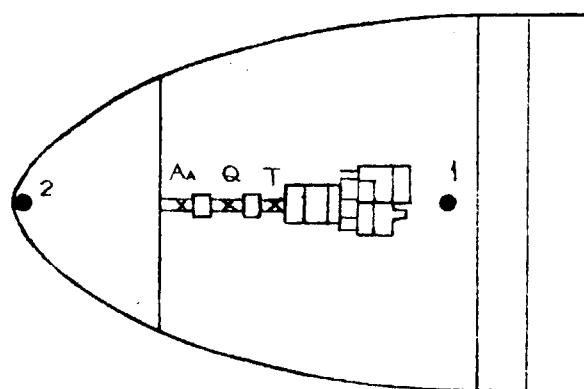
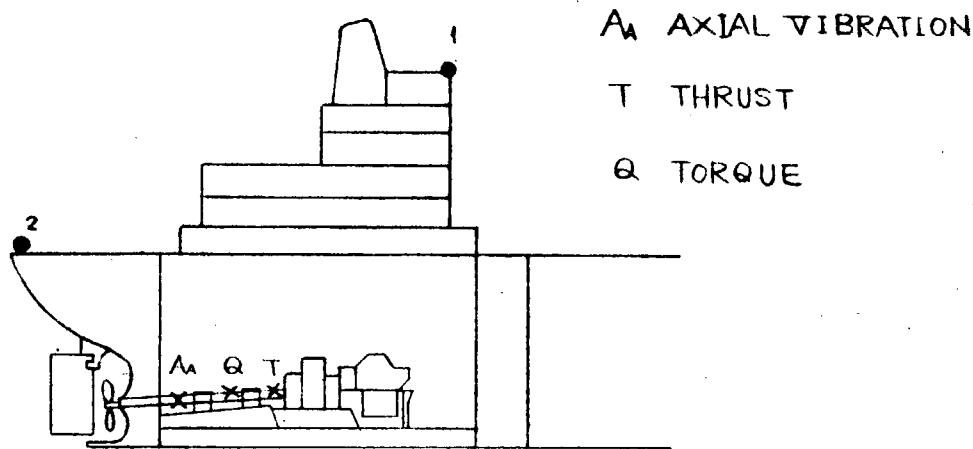


図 1.4.1 MEASURING POINTS

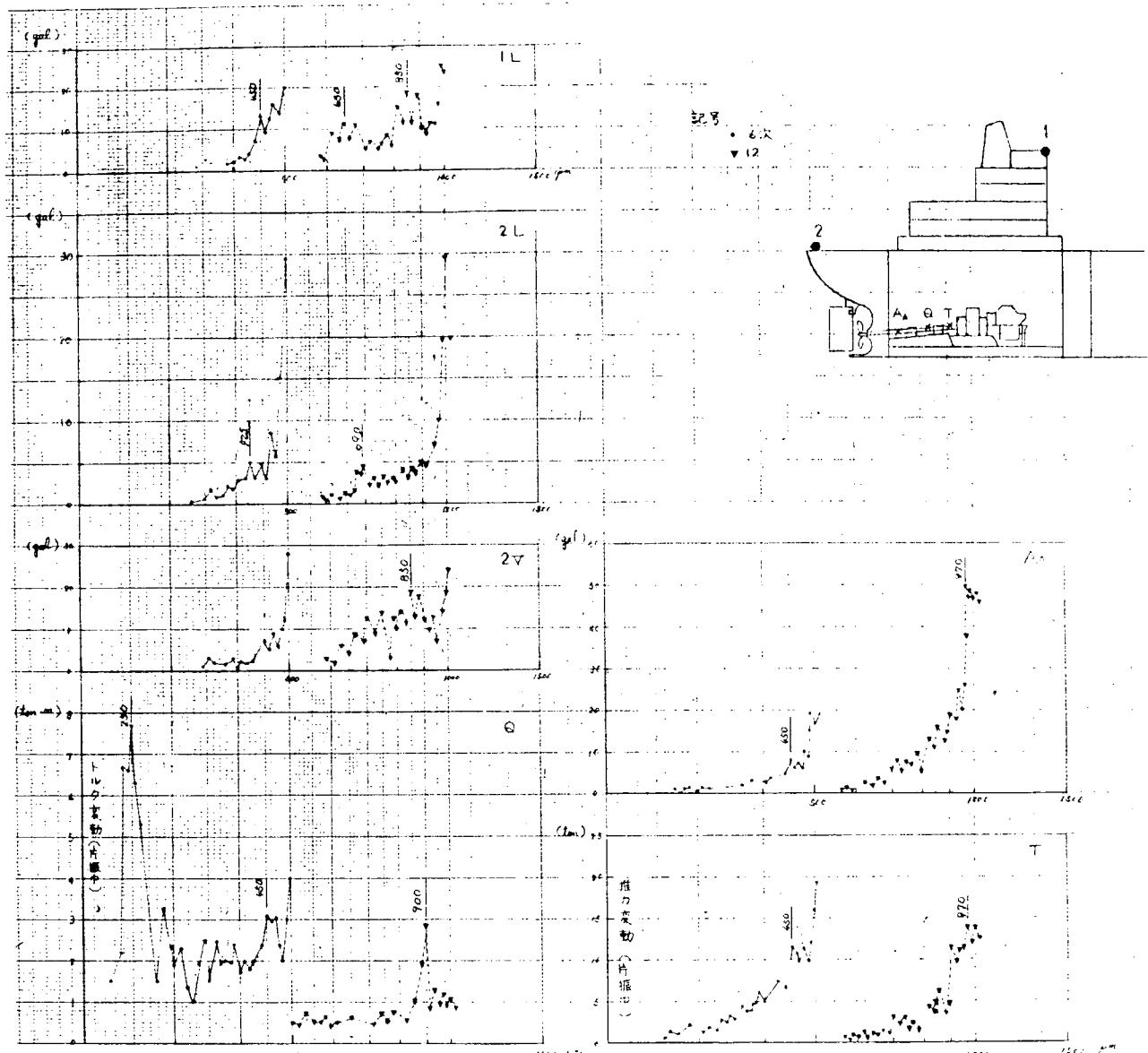


図 1.4.2 軸系振動と船体振動の関係(共振曲線)

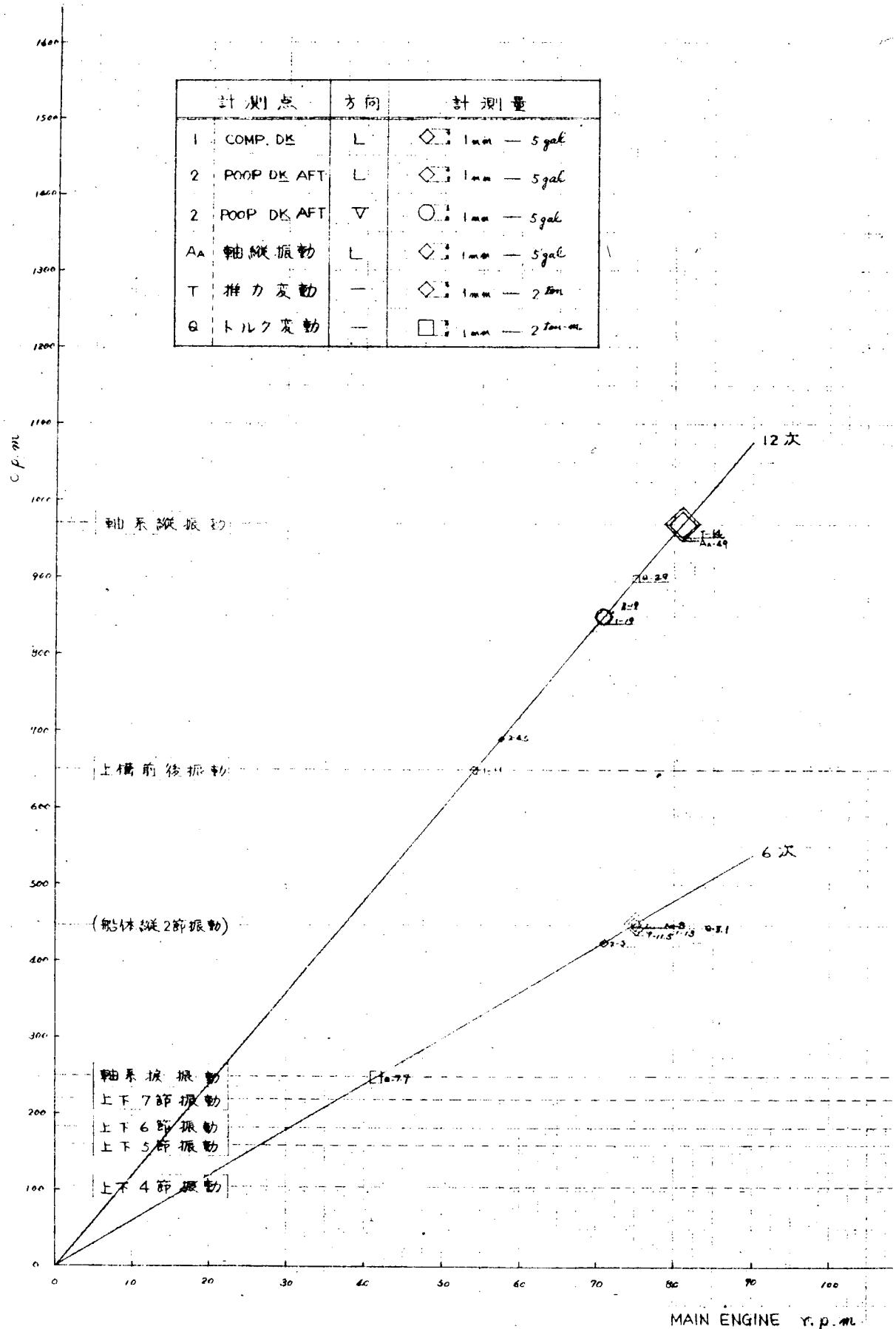


図 1.4.3 軸系振動と船体の振動

[考 察]

- 1) 6翼プロペラの1・2次のスラスト変動およびトルク変動は、6次成分に比較して、一般に小さいといわれているが、本船の計測結果も大体同傾向を示している。
- 2) 推力変動の計測値から、平均推力に対する推力変動率(片振幅)を求めると、大略次のようになる。

スラスト変動率(片振幅)

主機回転数	6 次	1 次	2 次
65 r.p.m	3 %	1.5	
70	4 %	2	
80	6 %	6	
85	8 %	5	

80 r.p.mで1・2次成分が比較的大きいのは、軸系の縦振動に起因しているものと考えられる。軸の縦振動は970 cpm(1・2次)にピークが生じている(4.9 gal)。

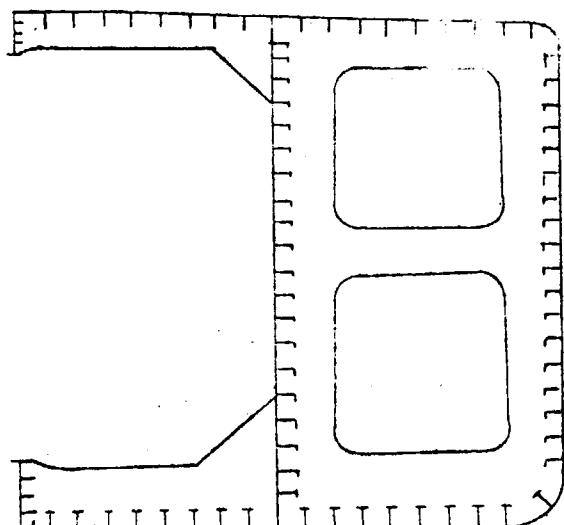
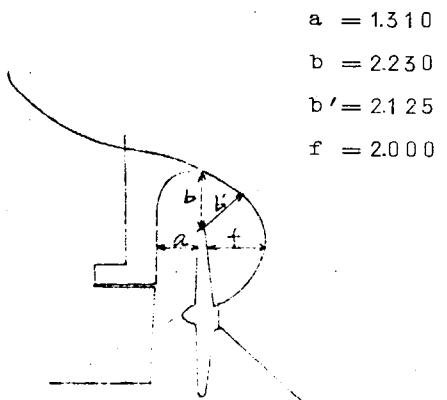
- 3) 上構の前後振動数は、650 cpm近傍と考えられる。(11 gal)このとき、船尾前後振動にも小さなピークが生じている(4.5 gal)
- 4) 上構前後振動、船尾前後振動、軸の縦振動、推力変動、トルク変動とも425~450 cpm(5次)にピークが生じている。別途行なわれた船体縦振動数の計算では、1節振動数が250 cpm近傍にあるので、425~450 cpmは、船体縦2節振動数ではないかと思われる。
- 5) トルク変動は、250 cpm(5次)でピークを生じている。軸系のねじり振動と考察される。

## 1.5 SHIP NO. 41-H

SHIP NO.	41-H
BUILDER	SASEBO

## PARTICULARS OF SHIP.

HULL		MAIN ENGINE		
KIND & TYPE	OIL Tanker well type	KIND & TYPE	SASEBO-GOTAVERKEN DM 850/1,700VGA-9U	
CLASS	N V		NUMBER	
CONSTRUCTION	LONG L SYSTEM		POSITION OF ENG.	
Loa	247 <sup>m</sup> 100		S.H.P.(MCR)	
Lpp	237 <sup>m</sup> 00		R.P.M.(MCR)	
Bmld	38 <sup>m</sup> 90		UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub> 0
Dmld	18 <sup>m</sup> 00			F <sub>v2</sub> 0
dfull	13 <sup>m</sup> 714(EXT)			F <sub>H</sub> 0
Δfull	105,823 KT		UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> 29.5 t-m
D.W.	89,114 KT			M <sub>v2</sub> 94.5 t-m
Cb full	0.816			M <sub>H</sub> 53.6 t-m
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	238,398,000 m <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	PROPELLER	
	I <sub>H</sub>	89,158,4000 m <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	NUMBER	1
WEB	A <sub>v</sub>	2,279,900 m <sup>2</sup>	NO. OF BLADES	6
AREA	A <sub>H</sub>	2,846,600 m <sup>2</sup>	DIAMETER	6. <sup>m</sup> 600

SKETCH OF SECTIONSKETCH OF SCREW APERTURE

DETAIL OF MAIN ENGINE				TEST CONDITION		
MAIN DIMENSION	CYL. BORE		850 mm	TEST NO.	1	2
	PISTON STROKE		1,700 mm	LOAD CONDITION	BALLAST	FULL LOAD
	CYL. NUMBER		9	BRACINGS	WITHOUT	WITHOUT
FIRING ORDER	1-6-7-3-4-9-2-5-8			DATE	NOV. 26TH. '66	NOV. 28TH. '66
				PLACE	OFF MIE	OFF MIE
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9, 18 ORDER	9.000	WEATHER	RAIN	CLOUD
	X-TYPE	1, 8, 10, 17 "	0.1085	SEA CONDITION	SMOOTH	SMOOTH
		2, 7, 11, 16 "	0.4068	DEPTH OF WATER	70m	70m
		3, 6, 12, 15 "	4.0020	Δtest	49,355 KT	98,710 KT
		4, 5, 13, 14 "	1.2880	df	5m 194	13m 049
		9, 18 "	0.0801	dm	6m 924	13m 049
				da	8m 540	13m 049
				PROPELLER IMMERSION	66.3 %	120.3 %
DETAIL OF EXCITER				MEASURING POINTS & INSTRUMENT		
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	COUNTER WEIGHTS ROTA- TING TYPE	MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP	
	MAX. EXCIT. FORCE	20t AT 400~ 600RPM	1' 1" 2	L.V	IMV-DISPLACE METER	
	DIRECTION OF EXCIT.	VERTICAL	3' 3'	H	VM3300LL	
			4'	V		
OTHER DESCRIPTION						
MEASURING POINTS FOR EXCITER TEST ARE 1, 1' 1" AND 2 FOR VERTICAL DIRECTION				θ	1	GEIGER'S TORSIOGRAPH

● : VIBRATION MEASURING POINTS  
 OF STRUCTURE  
 × : " " OF SHAFT  
 θ : TORSIONAL VIBRATION

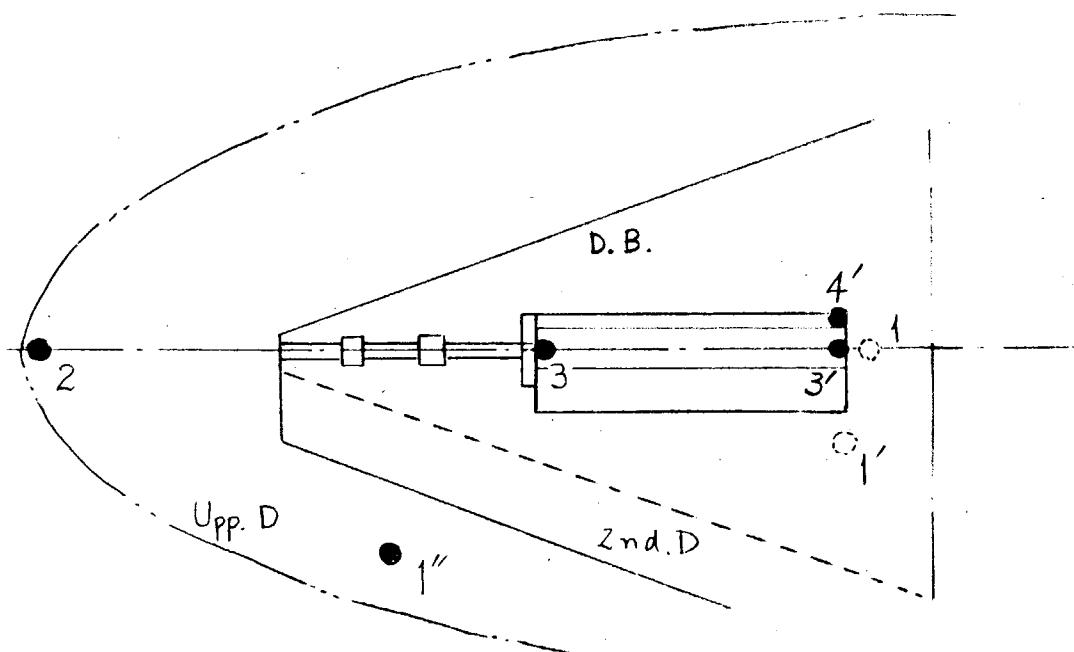
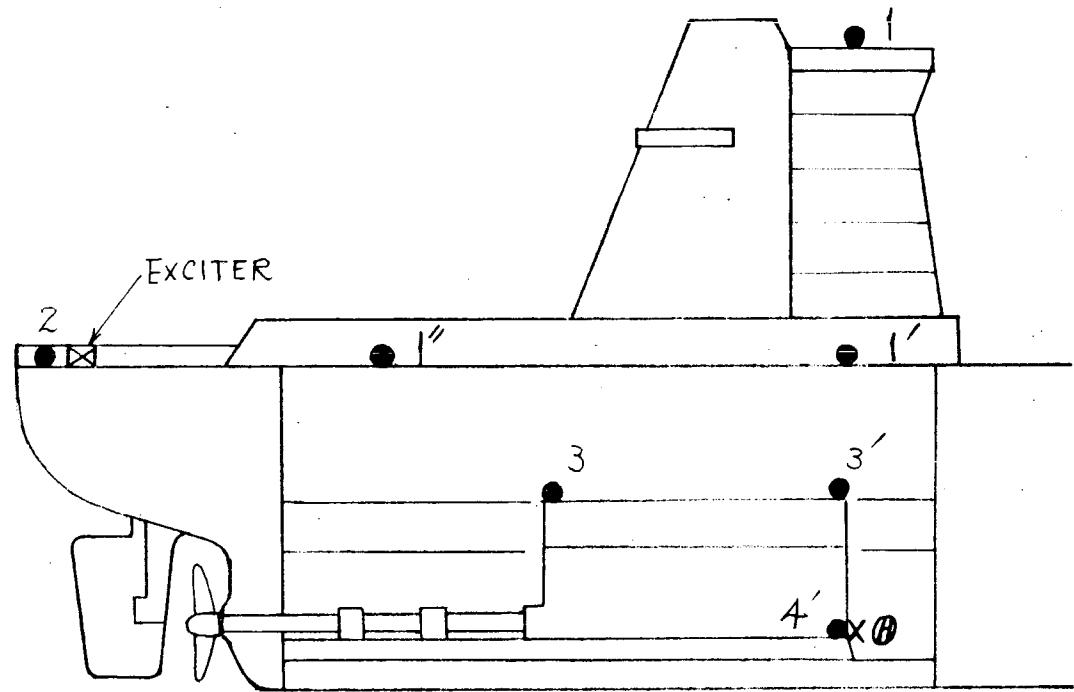
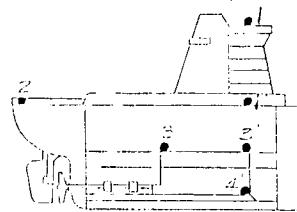
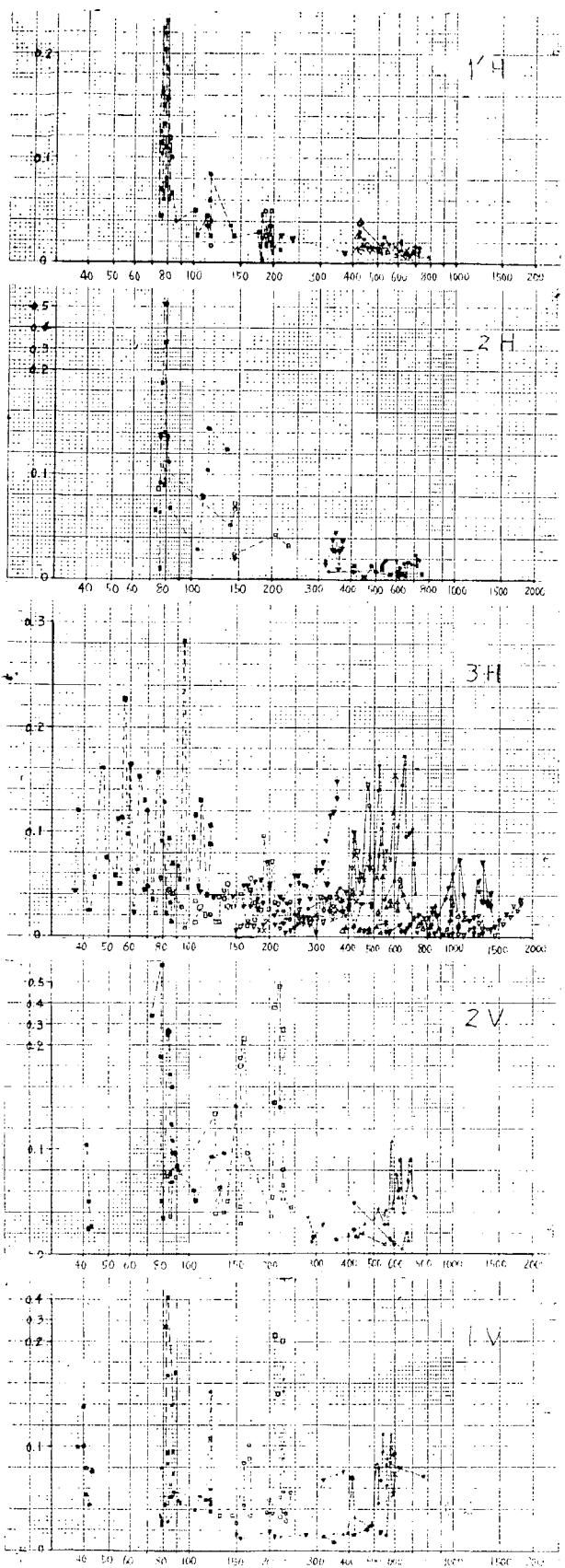


図 1.5.1 MEASURING POINTS



単位 mm (片振幅)

記号

- |        |     |
|--------|-----|
| ■----- | 1 次 |
| □----- | 2   |
| ▼----- | 3   |
| ▽----- | 4   |
| ×----- | 5   |
| ●----- | 6   |
| ○----- | 7   |
| ▲----- | 8   |
| △----- | 9   |
| ■----- | 10  |
| ▼----- | 12  |
| ▽----- | 15  |
| ×----- | 18  |

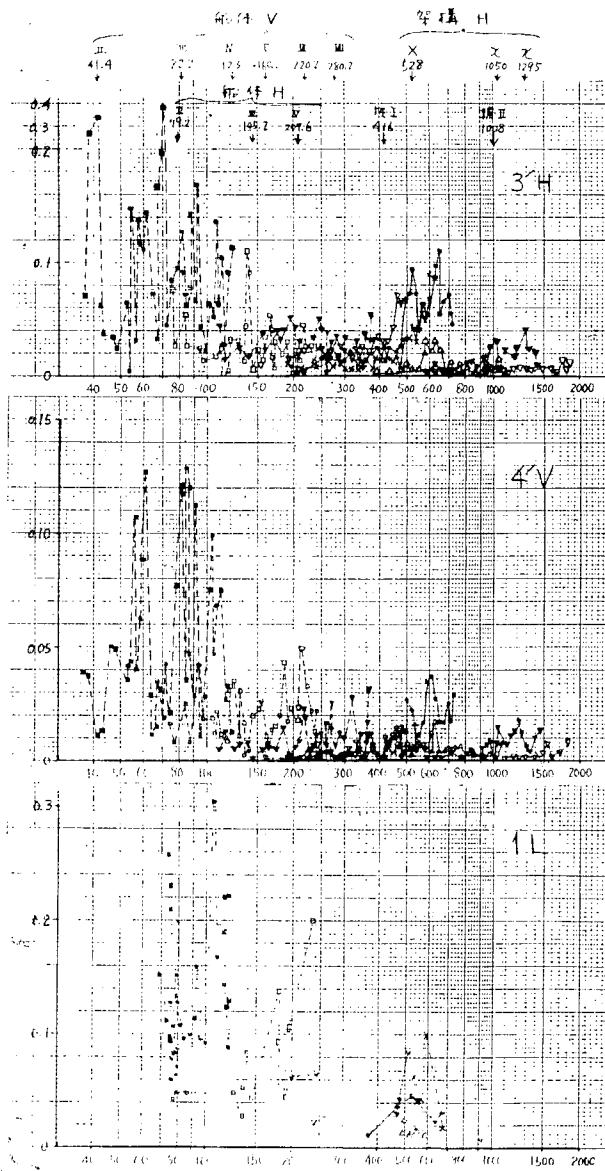


図 1.5.2 機関架構振動と船体振動の関係(満載)

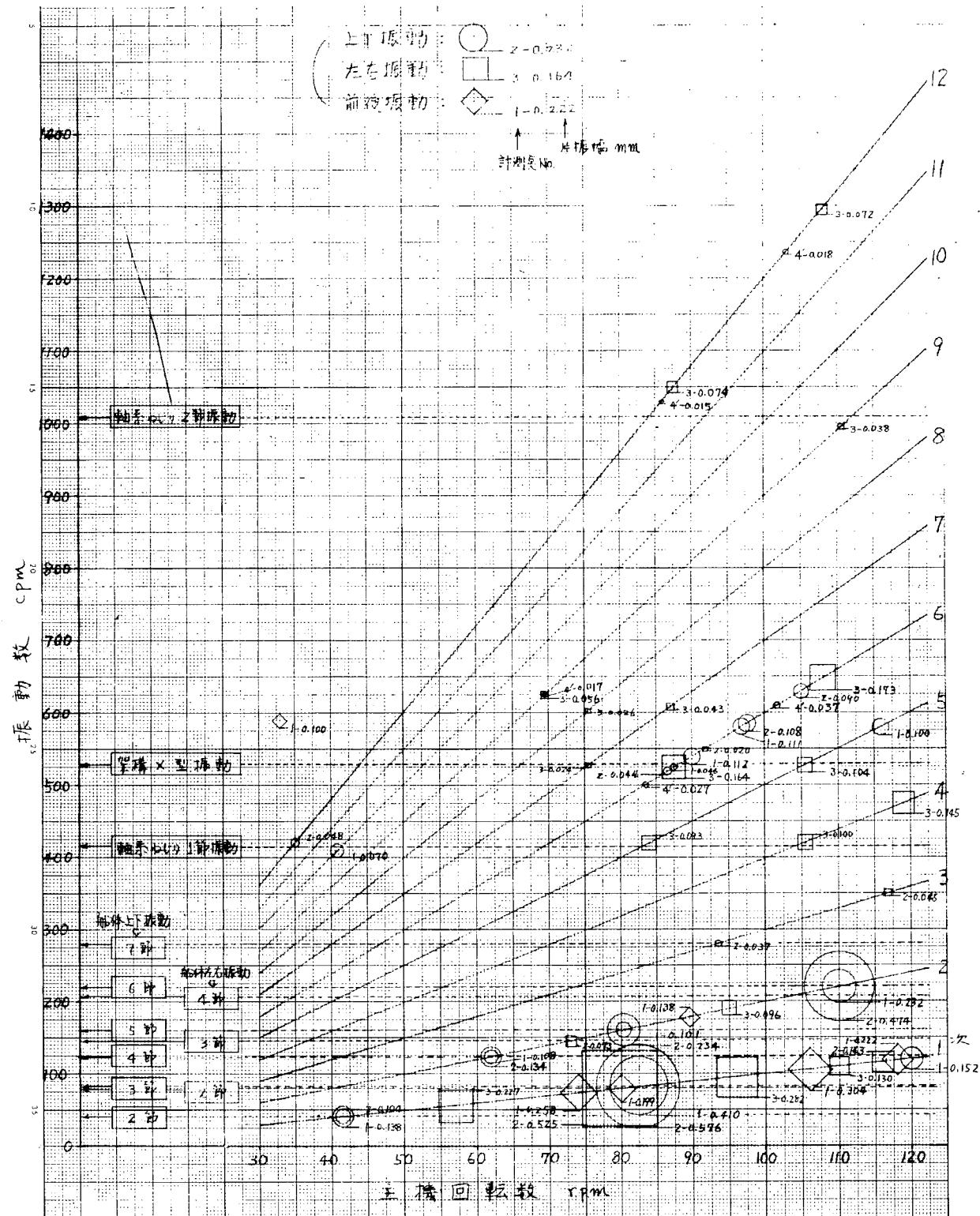
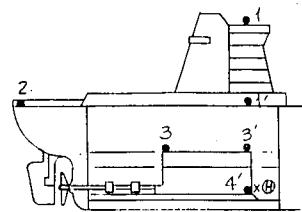
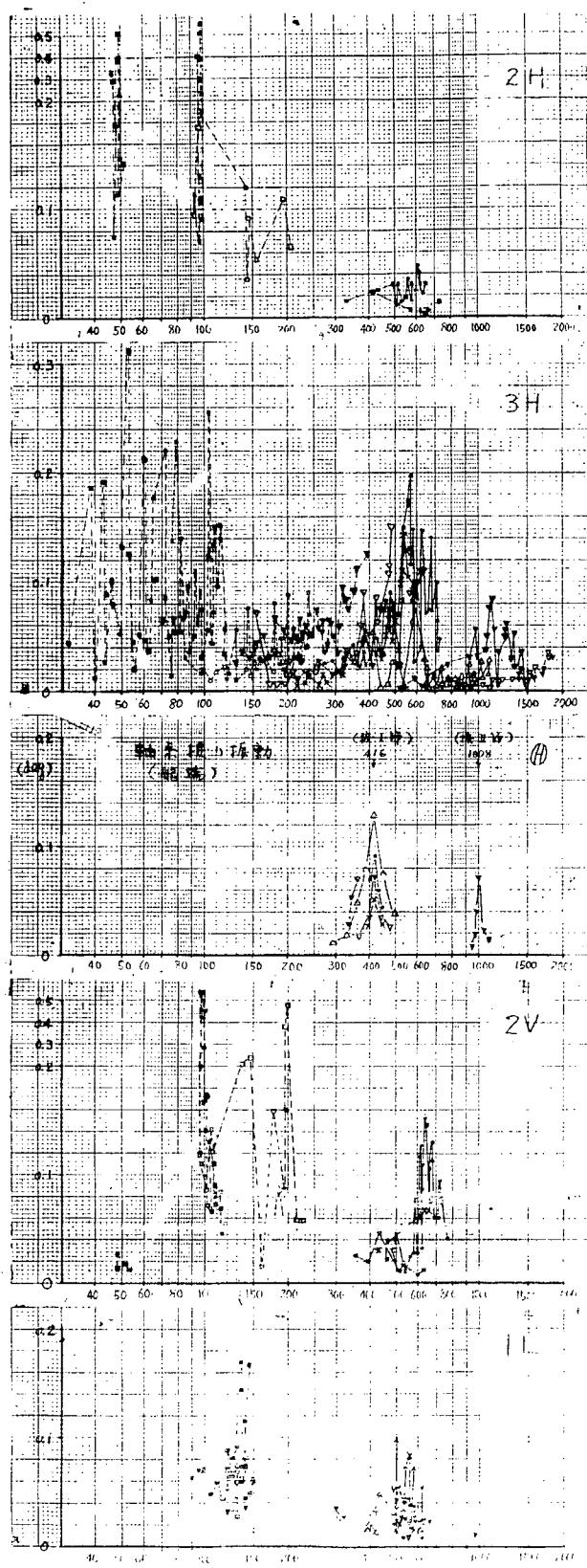


図 1.5.3 機関架構振動と船体振動(満載)



単位 mm (片振幅)

記号

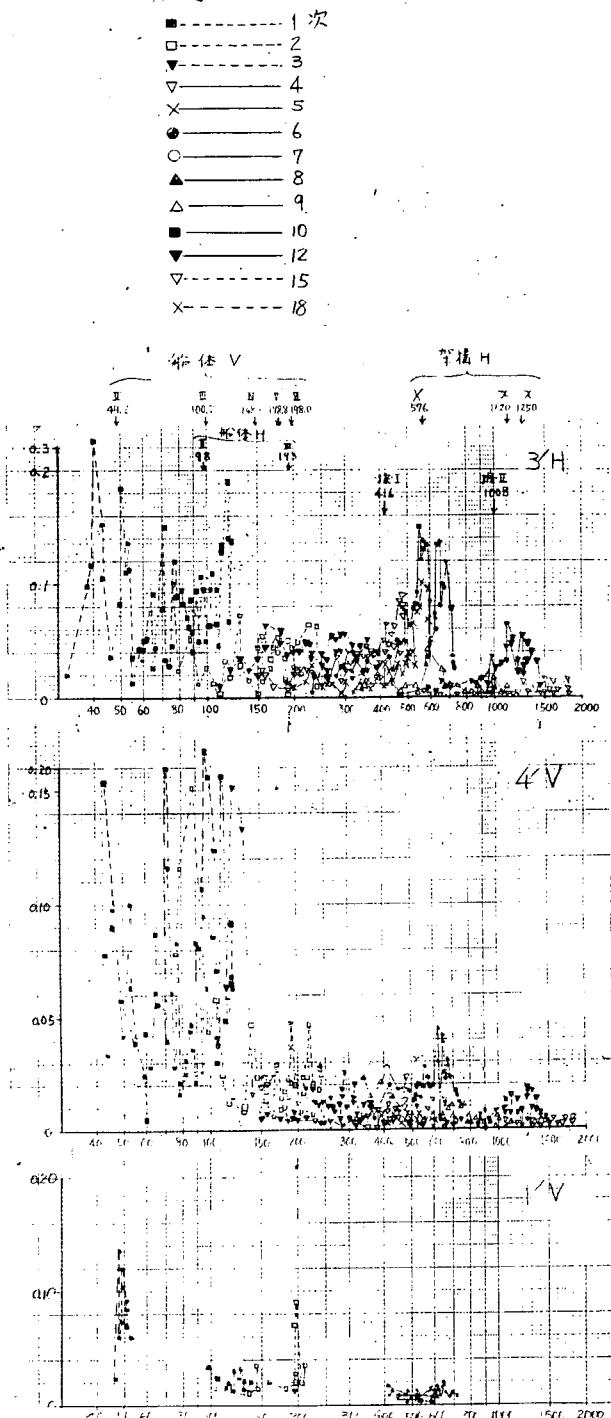


図 1.5.4 機関架構振動と船体振動の関係(半載)

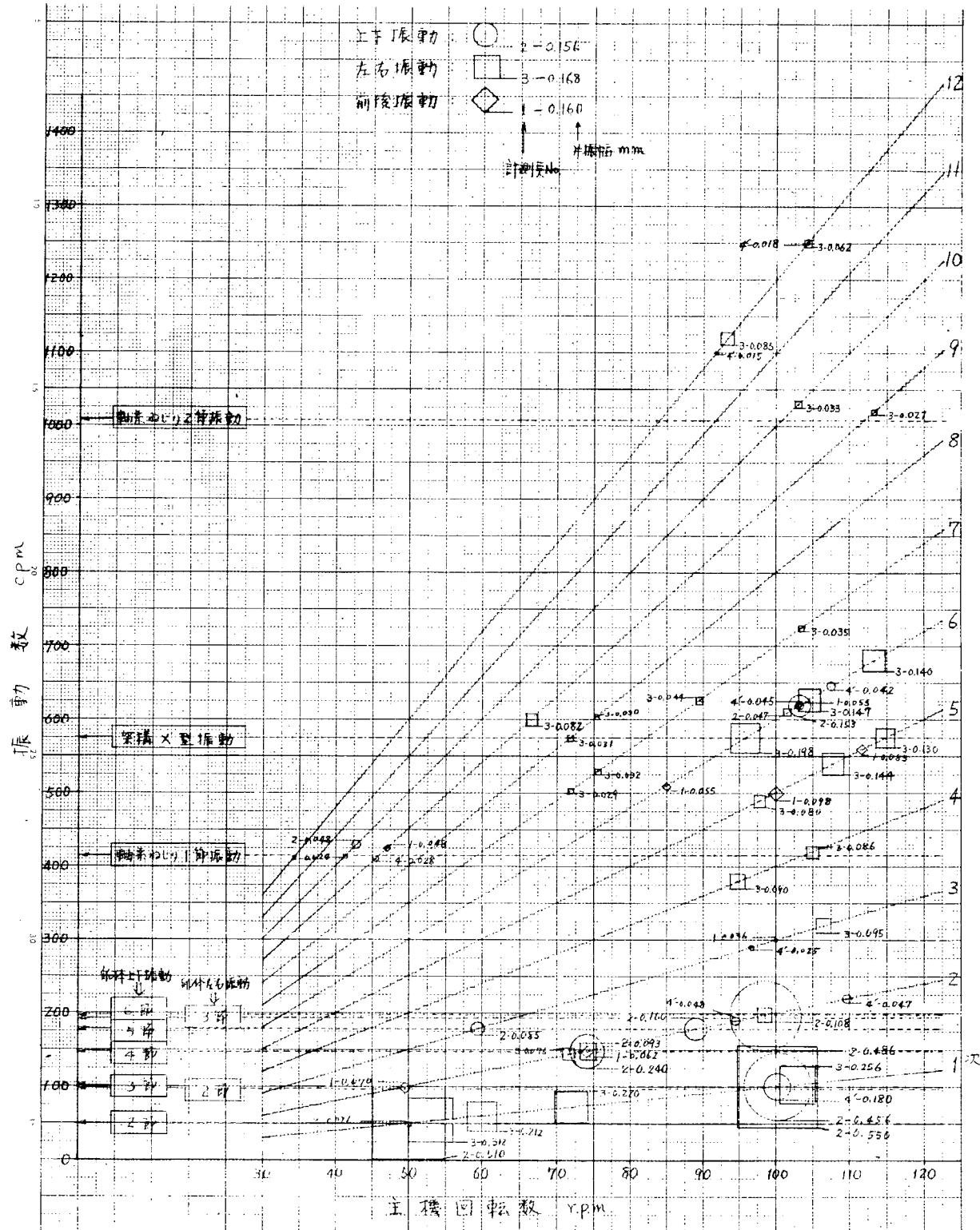


図 1.5.5 機関架構振動と船体振動(半載)

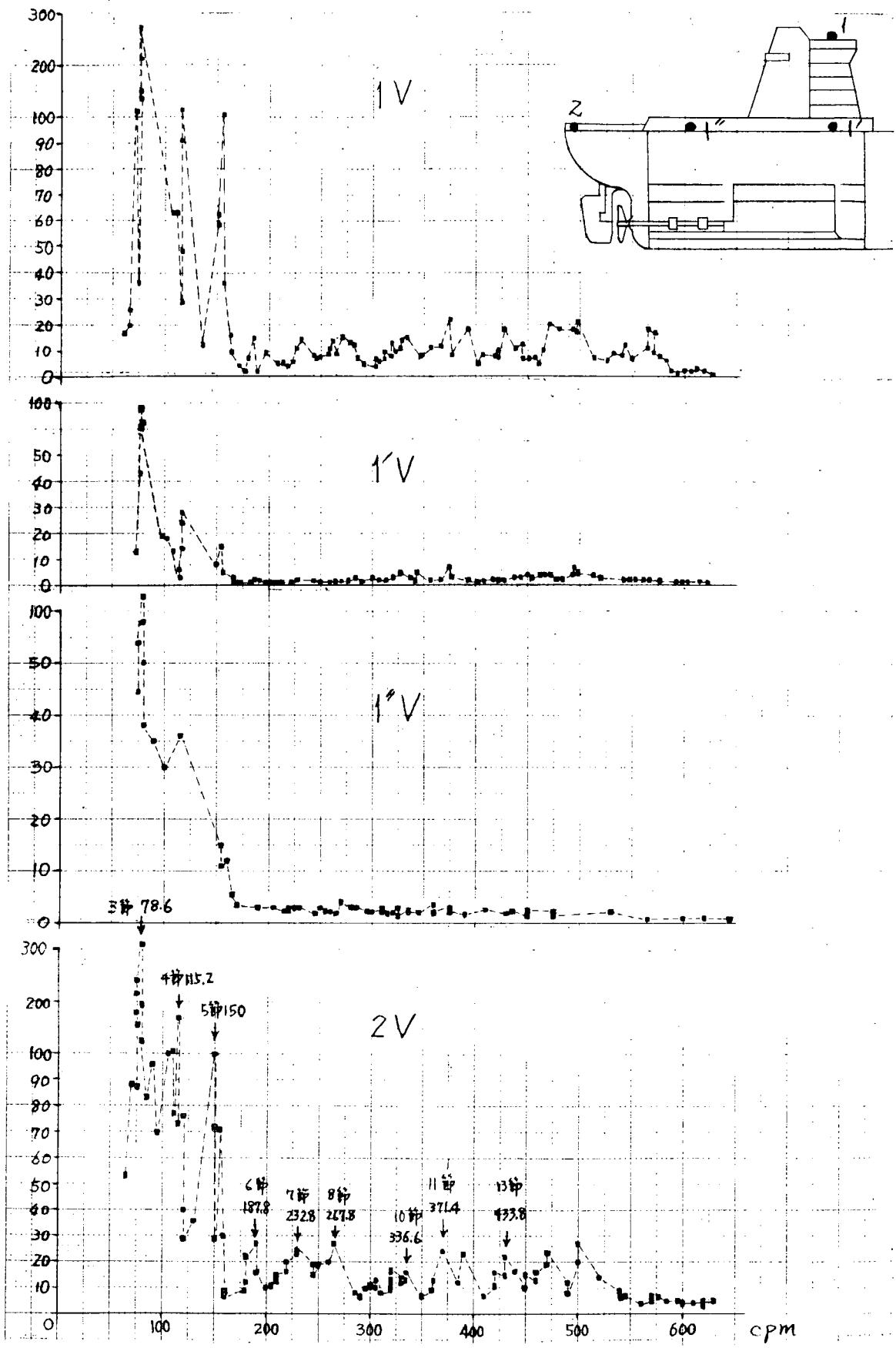


图 1.5.6 船体上下方向起振实验(半载) 单位( $M/Ton$ )

## [ 解析結果 ]

### (1) 海上満載時

- (i) 低次(1~2次)には船体振動のピークがあり振幅も大きい。架構振動もこの影響を受けてそれぞれピークが現れている。
- (ii) 架構X形振動は6次において528 cpmおよび650 cpm付近にピークを有し、これに隣接して船体特に上下振動が船尾端にて0.1 mm(6次)の大きさで現われている。
- (iii) 軸系ねじり1節振動は416 cpmで4次、5次の架構振動に影響を与えている。また船体へ高次の上下振動として影響を与えているようである。
- (iv) 軸系ねじり2節振動も架構に影響を及ぼしているが船体にはかかる高次の振動は発生していない。
- (v) この他に1,300 cpm付近に高次のx形振動と思われるものが架構のみに現れている。
- (vi) 船体上部構造に580 cpm程度の局部振動の固有値が認められる。

### (2) 海上半載時

- (i) 船体振動のピークにおける振幅は全般的に満載時よりも大きい。この影響で機関架構の低次のピークも満載時より振幅が大きい。
- (ii) 架構X形振動は575 cpmにピークがあり満載時より高く、また600~700 cpm付近にも2回のピークがある。これらに対応する船体振動は満載時と同様に現れている。
- (iii) 軸系ねじり1節振動の影響は架構に認められるが船体にも微小な高次のピークとして現れている。
- (iv) 軸系ねじり2節振動の影響は架構に若干認められるが船体には認められない。
- (v) 架構x形と思われるものが1250 cpm付近に12次としてピークを示している。

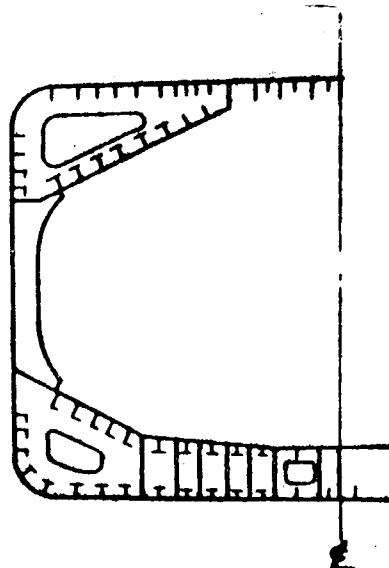
## 1.6 SHIP NO. 41-J

SHIP NO.	41-J
BUILDER	HITACHI

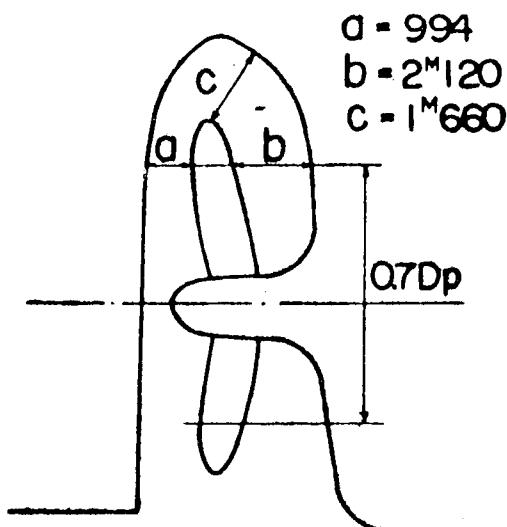
## PARTICULARS OF SHIP

HULL			MAIN ENGINE		
KIND & TYPE		SINGLE TYPE BULK/ OIL/ORE CARRIER	KIND & TYPE	HITACHI B&W 984-VT28F-180	
CLASS		N.V.	NUMBER	1	
CONSTRUCTION		LONG SYSTEM	POSITION OF ENG.	AFT	
Loa		251 <sup>m</sup> 00	B.H.P.	M.C.O. 20,700	N.O.R. 18,900
Lpp		240 <sup>m</sup> 00	R.P.M. (*MAY.)	*	*
Bmld		32 <sup>m</sup> 30	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub>	
Dmld		18 <sup>m</sup> 90		F <sub>v2</sub>	
dfull		13 <sup>m</sup> 95		F <sub>H</sub>	
Δfull		92,240 LT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub>	74.0 t-m
D.W.		74,107 LT		M <sub>v2</sub>	40.8 t-m
Cb full		0.8415		M <sub>H</sub>	58.0 t-m
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub>	320,383 <sup>m</sup> <sup>4</sup>	PROPELLER		
	I <sub>H</sub>		NUMBER	1	
WEB AREA	A <sub>v</sub>	23,693 <sup>m</sup> <sup>2</sup>	NUMBER OF BLADES	5	
	A <sub>H</sub>		DIAMETER	6 <sup>m</sup> 550	

SKETCH OF SECTION



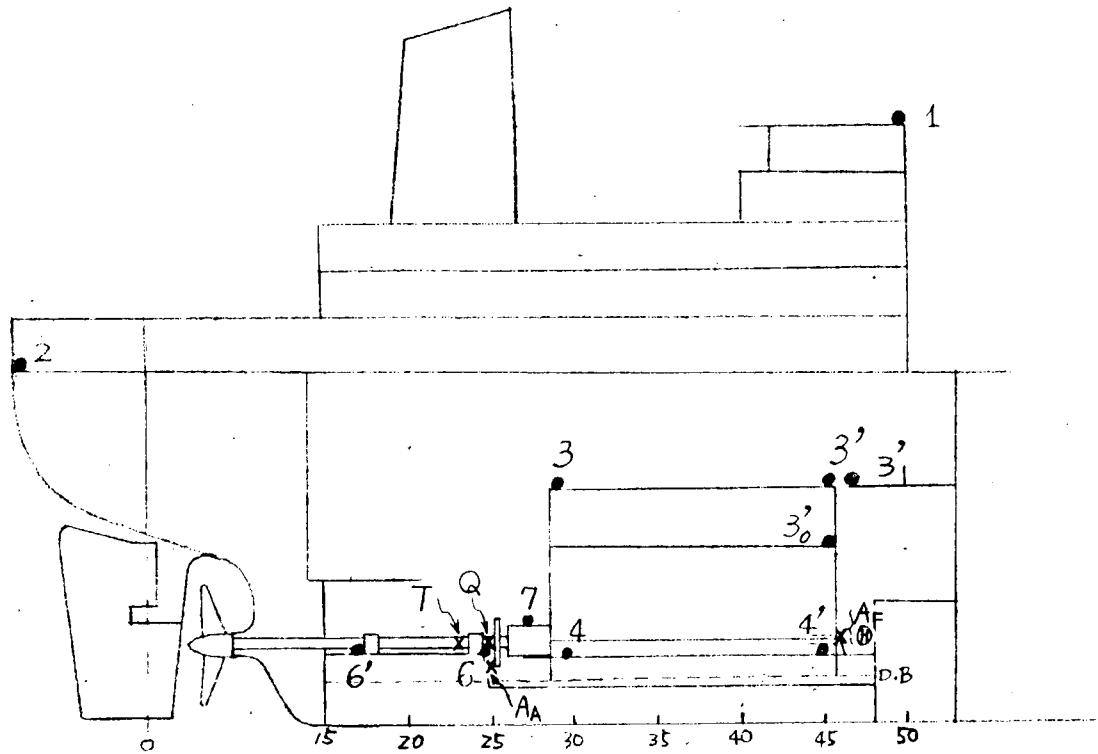
SECTION OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	840 mm	TEST NO.	1	3	2
	PISTON STROKE	1800 mm	LOAD CONDITION	BALLAST		FULL LOAD
	CYL. NUMBER	9	BRACINGS	WITH	WITHOUT	WITH
FIRING ORDER	1-6-7-3-5-8-2-4-9			DATE	FEB. 19'67	FEB. 22'67
				PLACE	OFF MATSUYAMA	
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9 ORDER	9.0	WEATHER	CLOUDY	
		1, 8, 10 "	0.2	SEA CONDI.	SMOOTH	
		2, 7, 11 "	0.48	DEPTH OF WATER	33m	
	X-TYPE	3, 6, 12, 15 "	4.0	Δ test	43.038 LT	
		4, 5, 13, 14 "	1.1	df	4m 824	
		9 "	0.33	dm	6m 903	
OTHER	EXCITING MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION FOR TORQUE HARMONICS AT MCO			da	8m 957	
	H TYPE:	9 ORDER	11 t-m	PROPELLER IMMERSION	69.6 %	
	X TYPE:	5 "	11.3 "		146.5 %	
	"	6 "	27.5 "			
	"	7 "	0.89 "			
	"	8 "	0.86 "			
	"	10 "	0.31 "			

MEASURING POINTS &

DETAIL OF EXCITER			INSTRUMENT			
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	UNBALANCED FORCE TYPE	MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP	
	MAX. EXCIT. FORCE	10t	1※1	L	UNBOUND TYPE	
	DIRECTION OF EXCIT.	VER. & LONG L	2※1	V, L	U-GAUGE ACC.	
ENGINE EXCITER	TYPE OF EXCITER		3 4 3'		IMV-DISPLACEMENT METER	
	MAX. EXCIT. FORCE	—	3' 4※3 (3')	H	VM-3300 LL	
	DIRECTION OF EXCIT.		※2 (37) 6'	L※1		
OTHER DESCRIPTIONS			4	V L※1,2	IMV-DISPLACEMENT METER	
			6"	L※1,2	VM-3200 LL	
※1 : EXCEPT BALL. CONDI. (WITHOUT BRAC- INGS) OF UNDERWAY TEST			4'	V L※1	AKASHI-TELEVIBRO- METER L-1	
※2 : EXCEPT EXCITER TEST			※1,2 (A <sub>F</sub> A <sub>A</sub> )		BEND PLATE STRAIN GAUGE	
※3 : ONLY BALL. CONDI. (WITHOUT BRACINGS) OF UNDERWAY TEST			※1,2 (Q θ)		STRAIN GAUGE -- TELEMETER	
			T※1,2		IMV TORSIONAL VIBRATOR TM-6100	



● VIBRATION MEASURING POINTS OF STRUCTURE

X " OF SHAFT

AF, AA AXIAL VIBRATION

$\textcircled{H}$  TORSIONAL VIBRATION

Q TORQUE

T THRUST

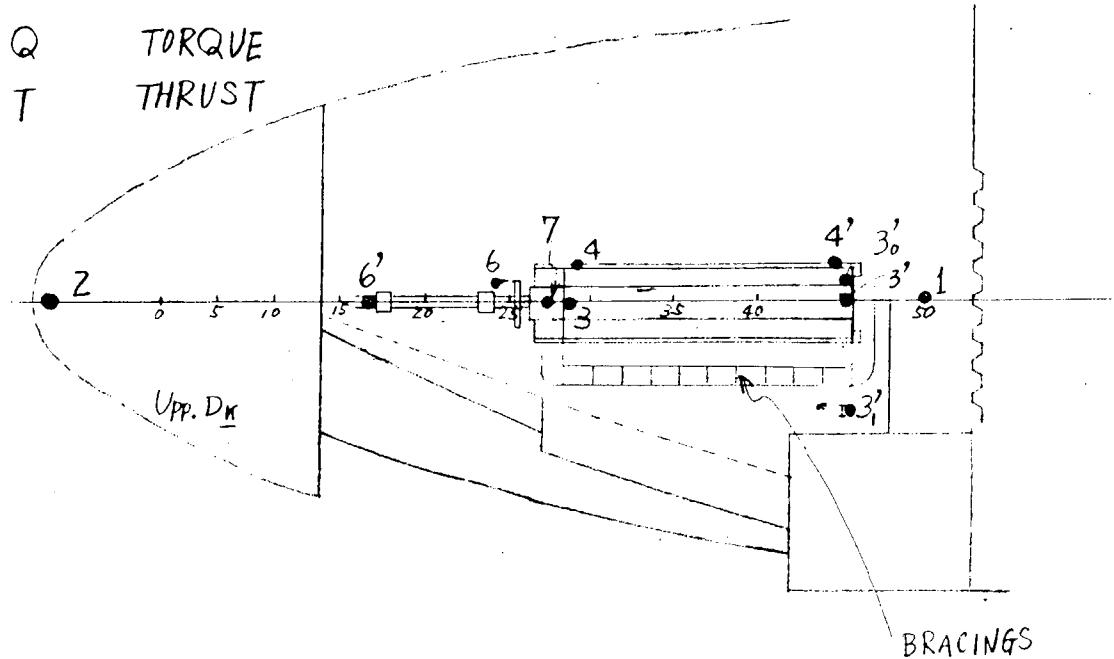


图 1.6.1 MEASURING POINTS

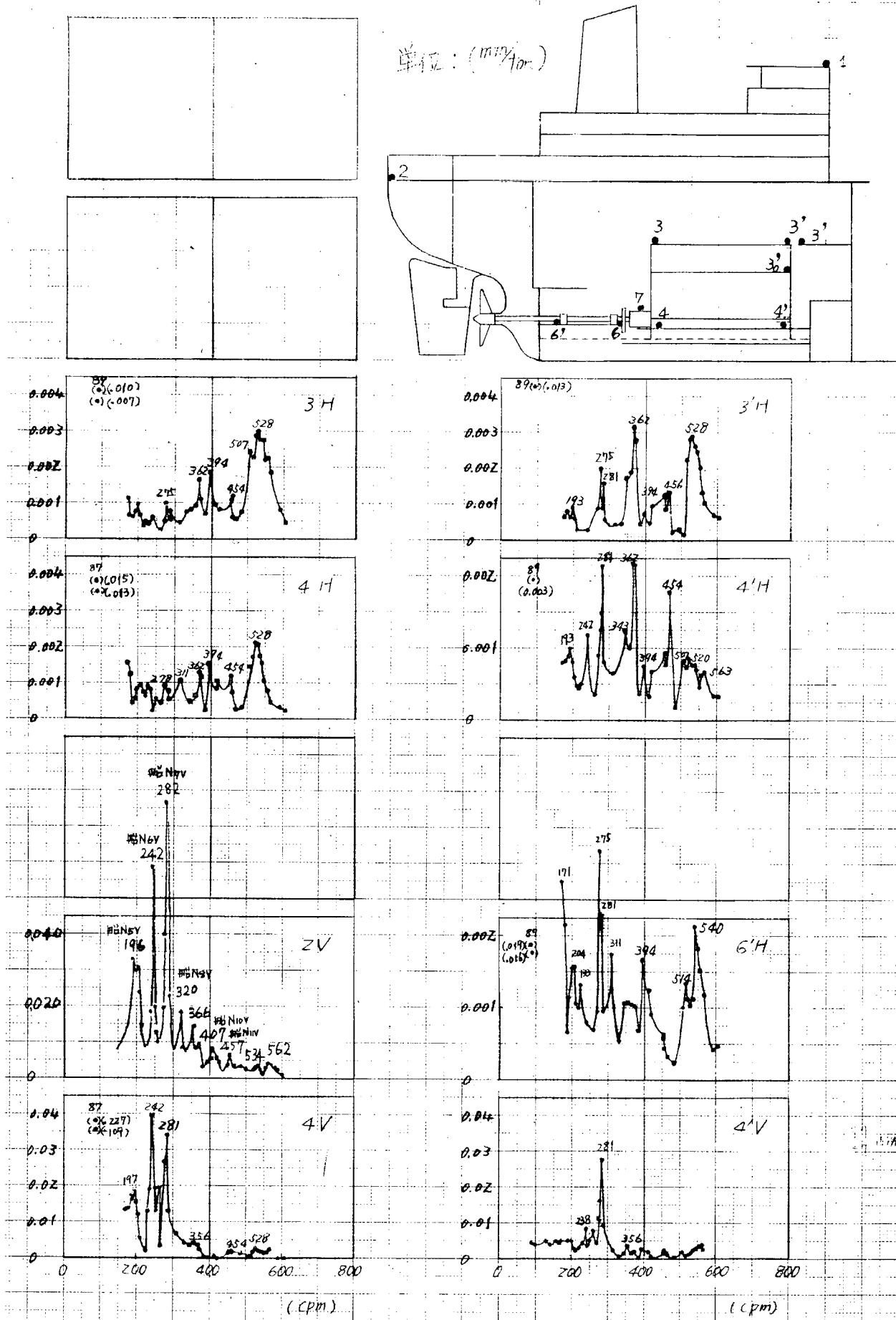
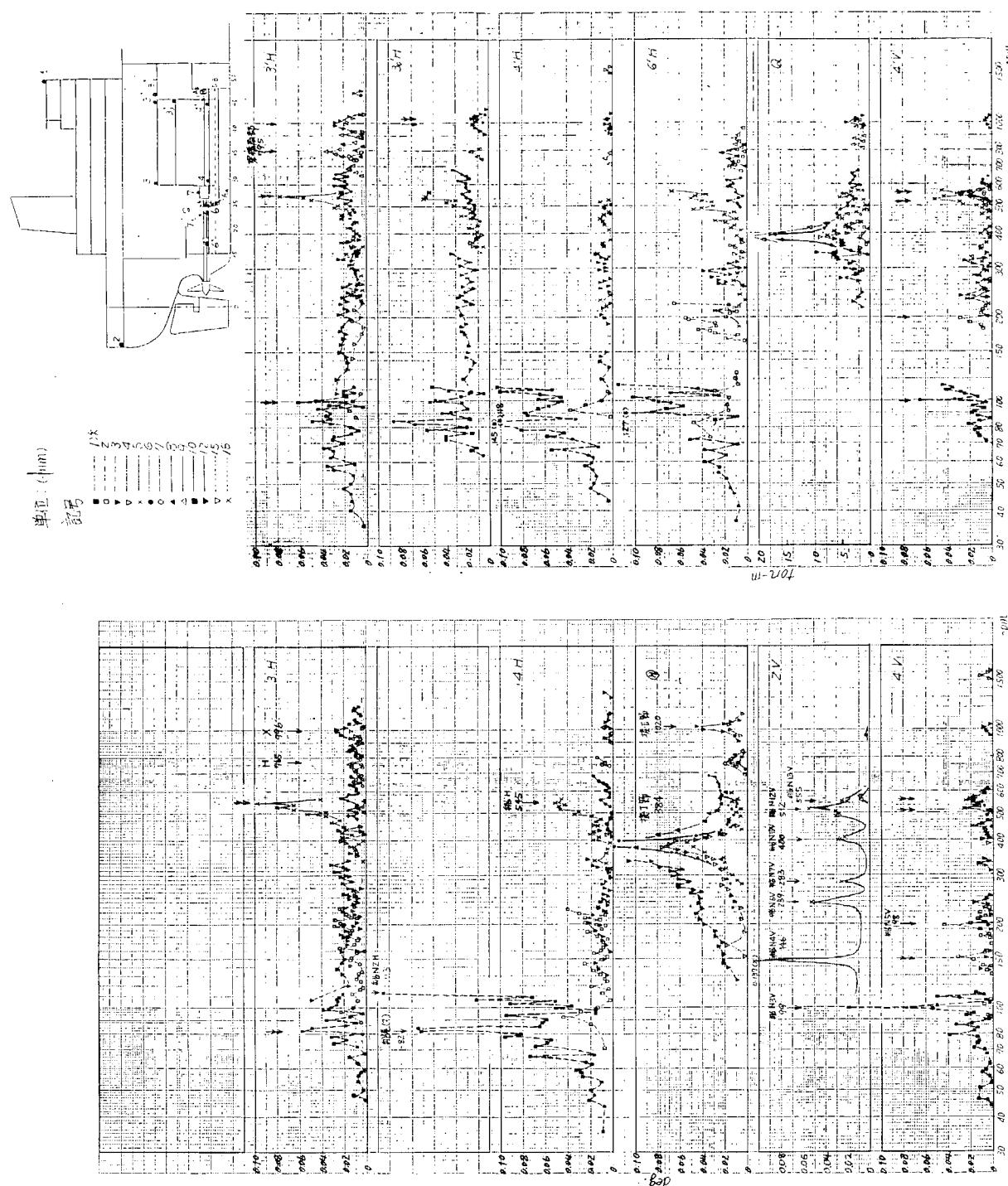


図 1.6.2 船体上下方向起振実験（半載、ブレーシング付き）

図 1.6.3 後梁架構運動と船体振動の関係(半帶、ブレーザンダ付き)



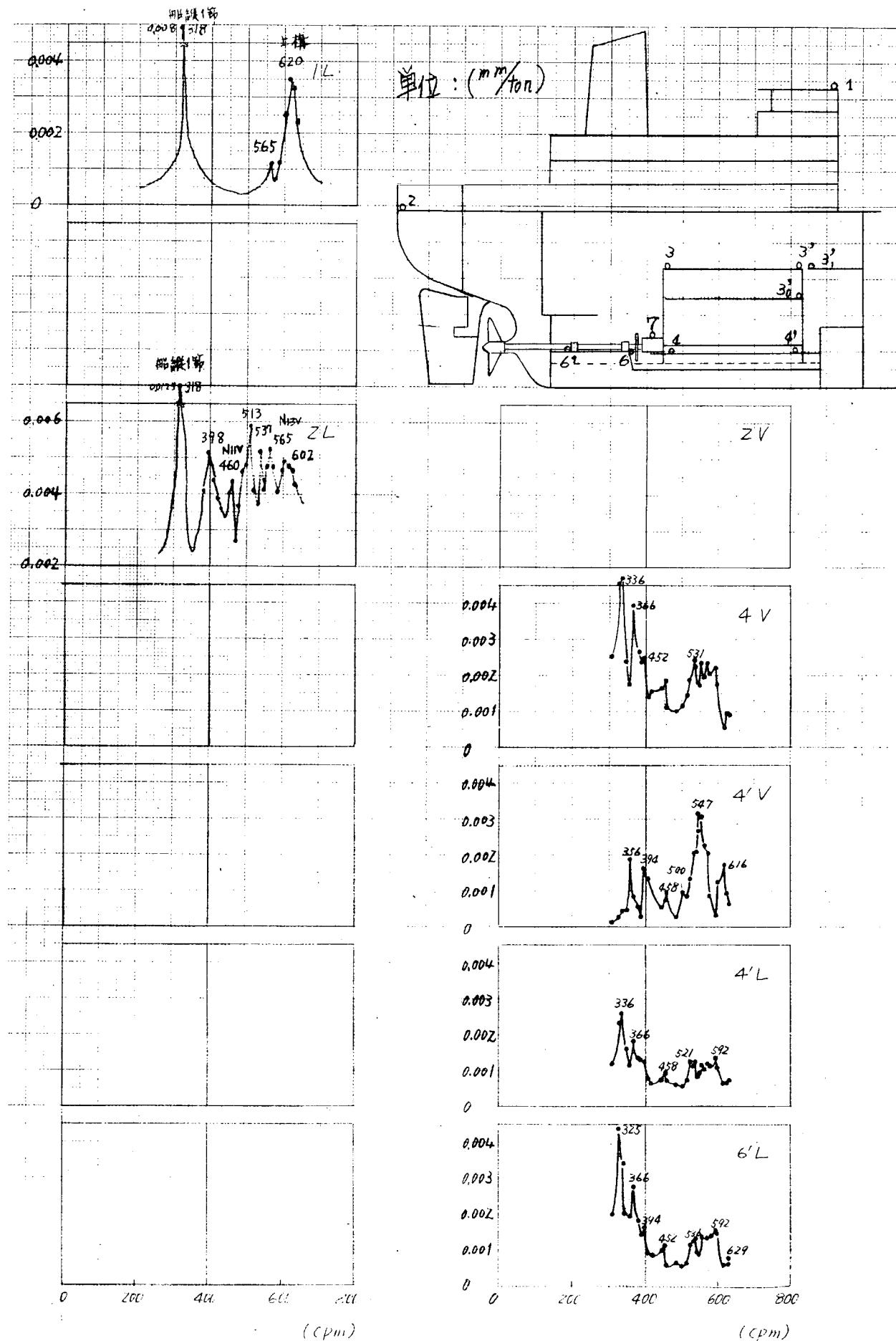


図 1.6.4 船体前後方向起振実験(半載、ブレーシング付き)

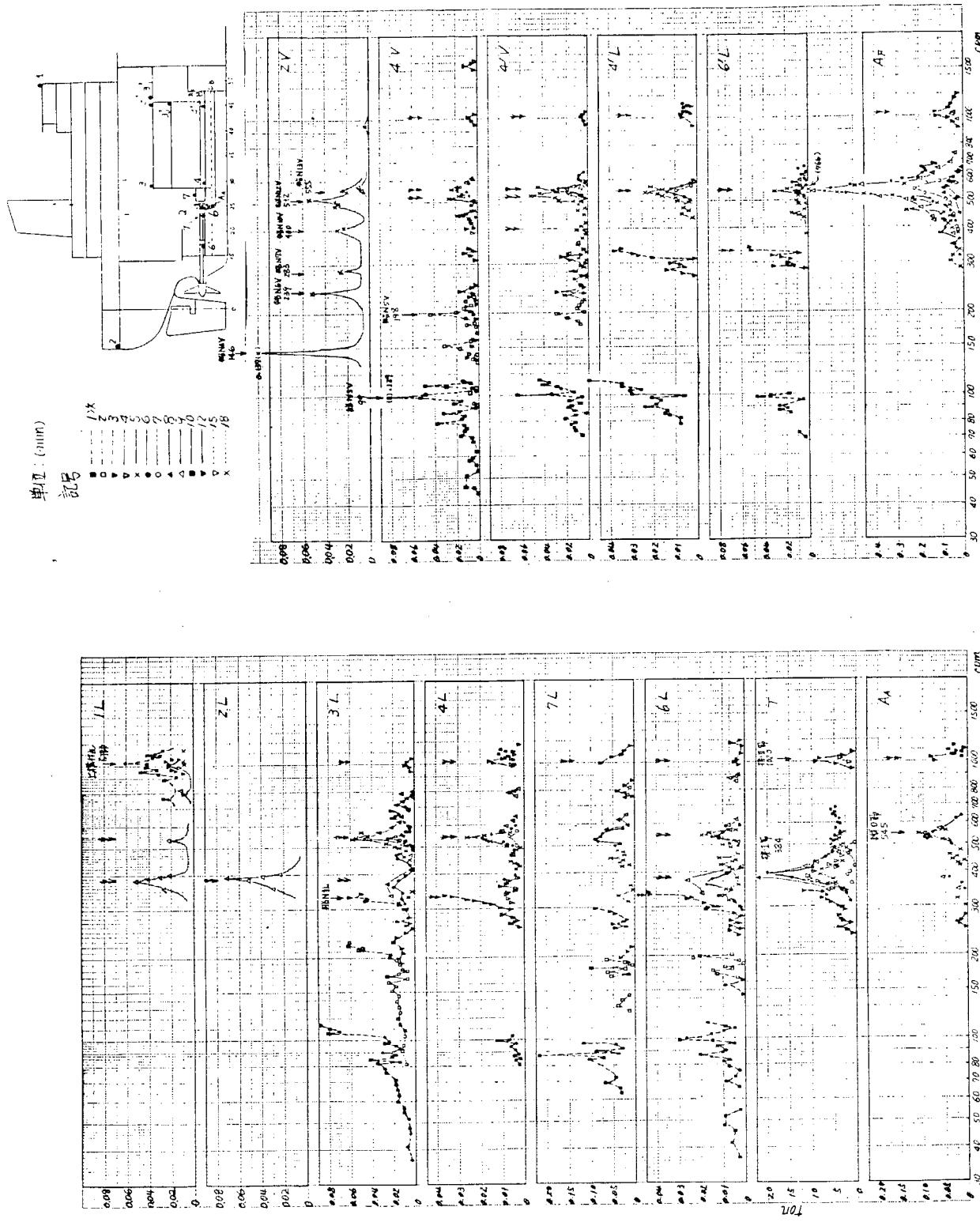


図 1.6.5 動系振動と船体振動の関係(半載、プレーシング行き)

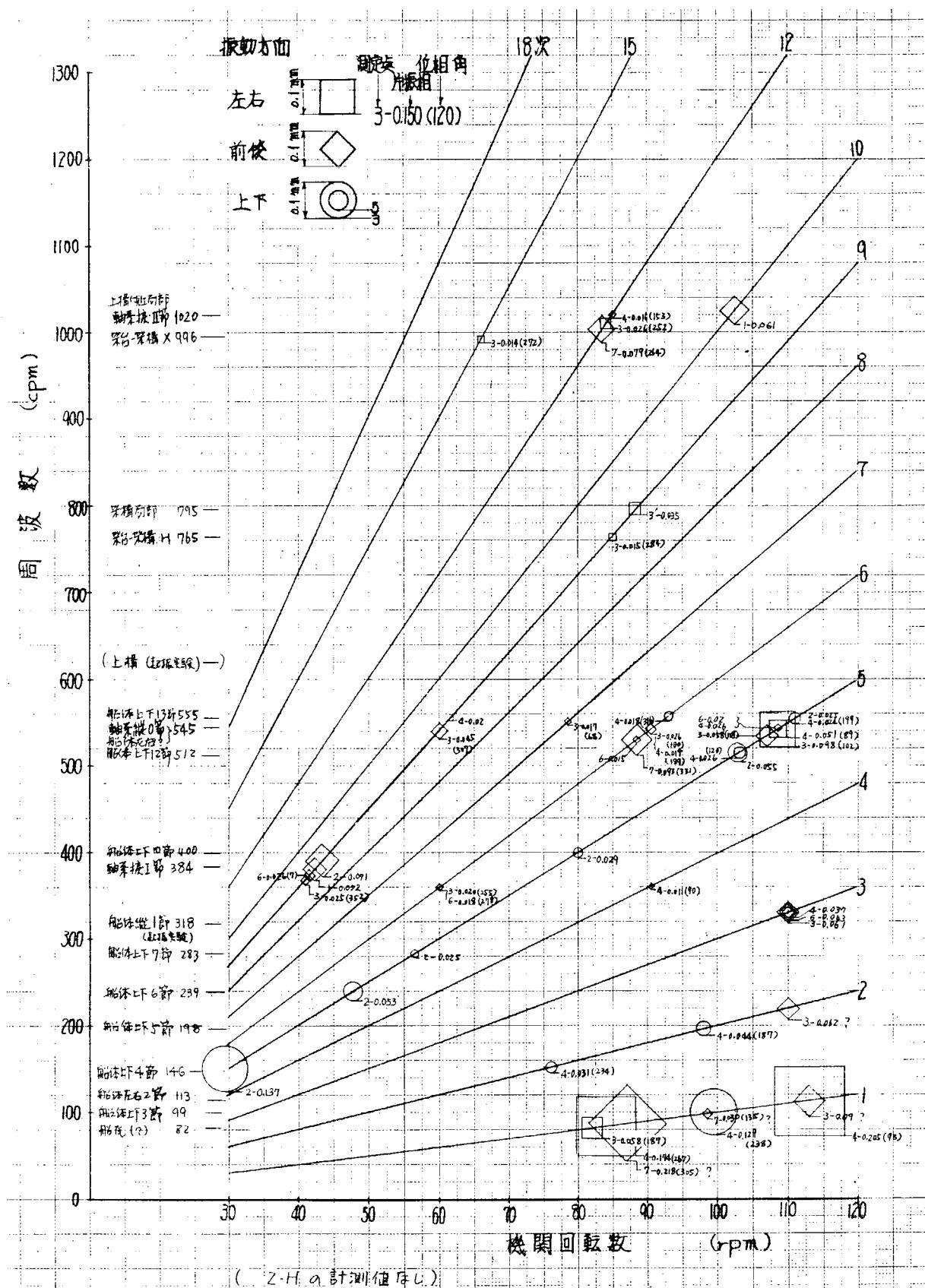


図 1.6.6 ピーク一覧図 (S. No. 41-J、半載、ブレーシング付き、運転時)

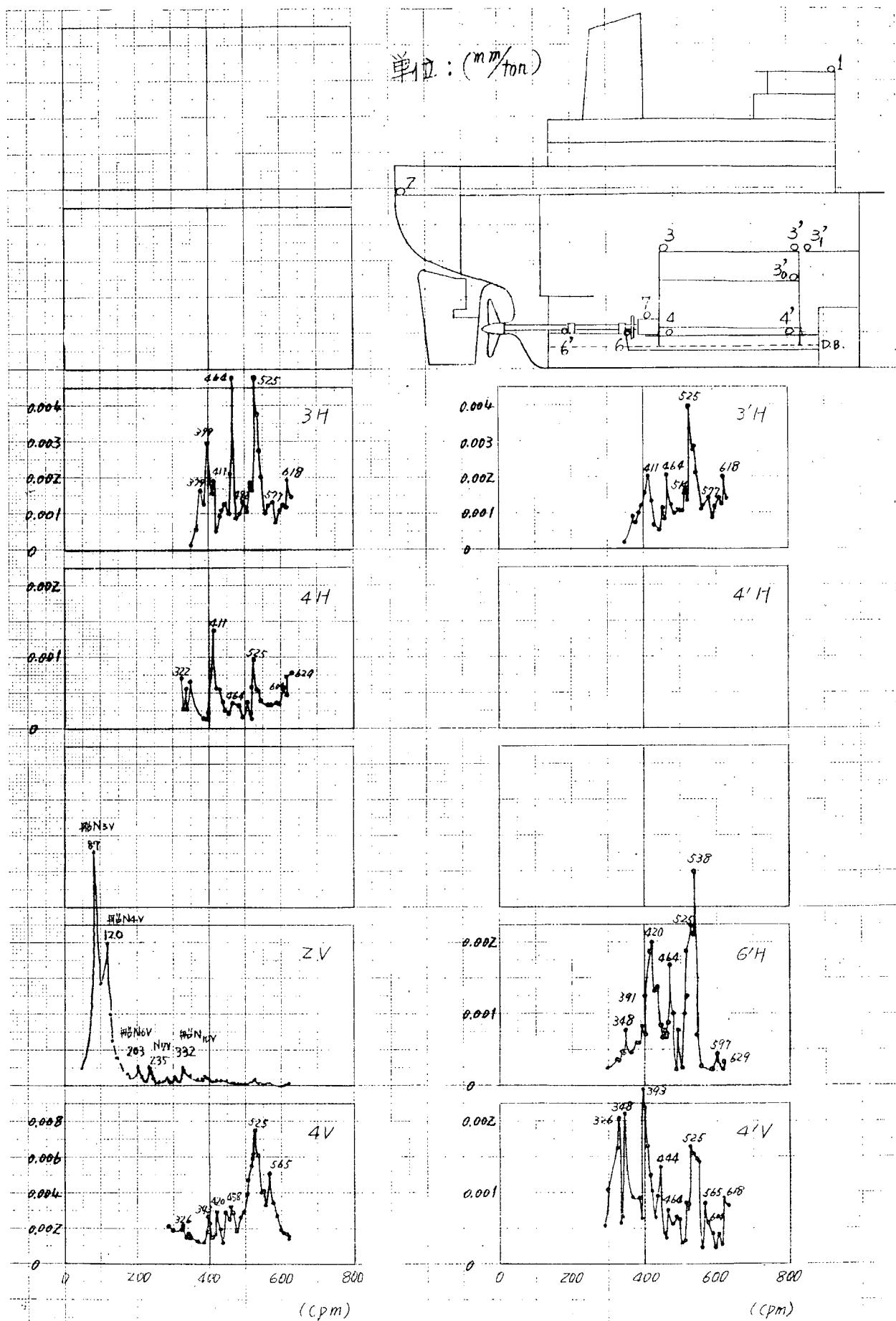


図 1.6.7 船体上下方向起振実験(満載、プレッシング付き)

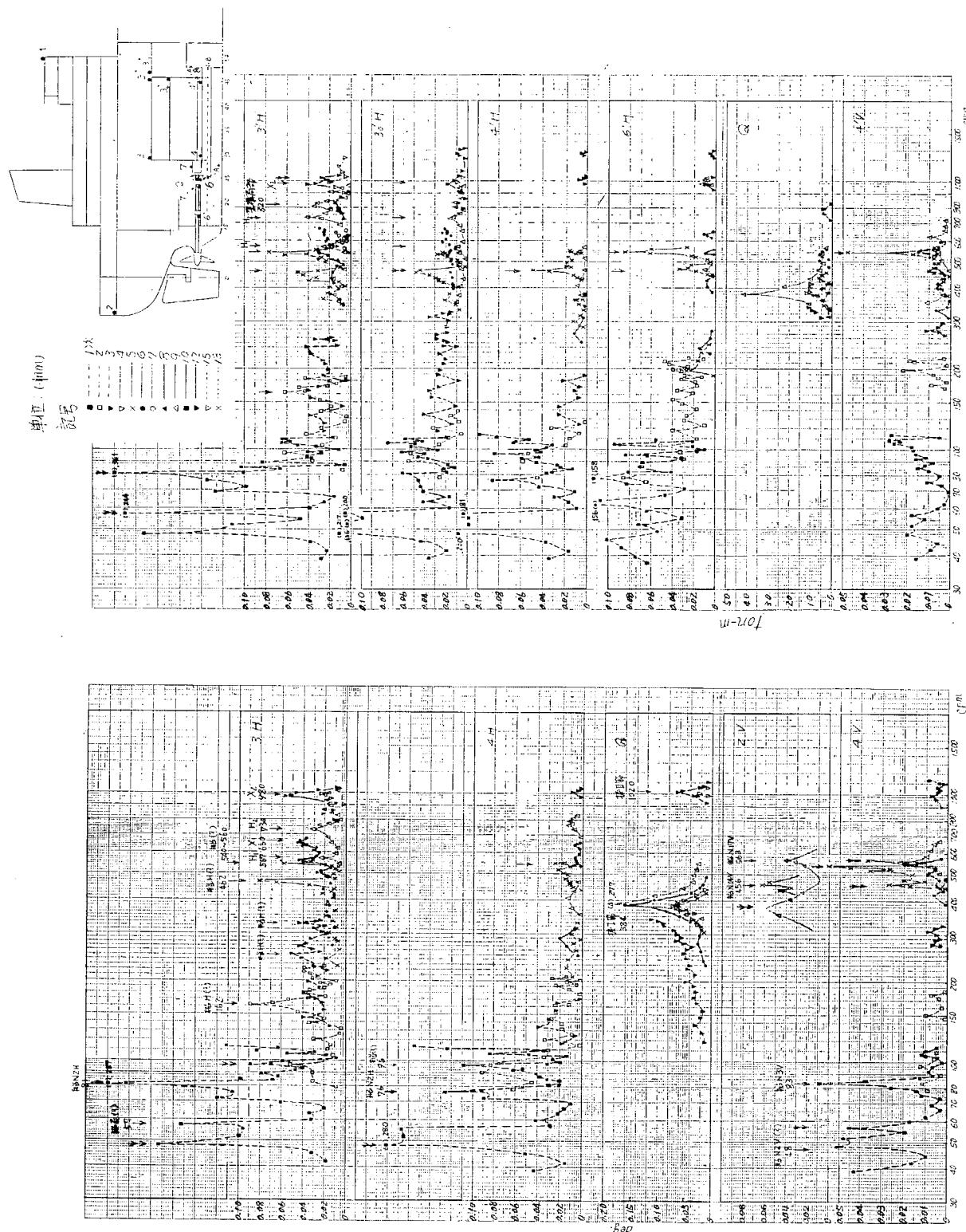


図 1.6.8 機関架構振動と船体振動の関係（満載、ブレーシング付き）

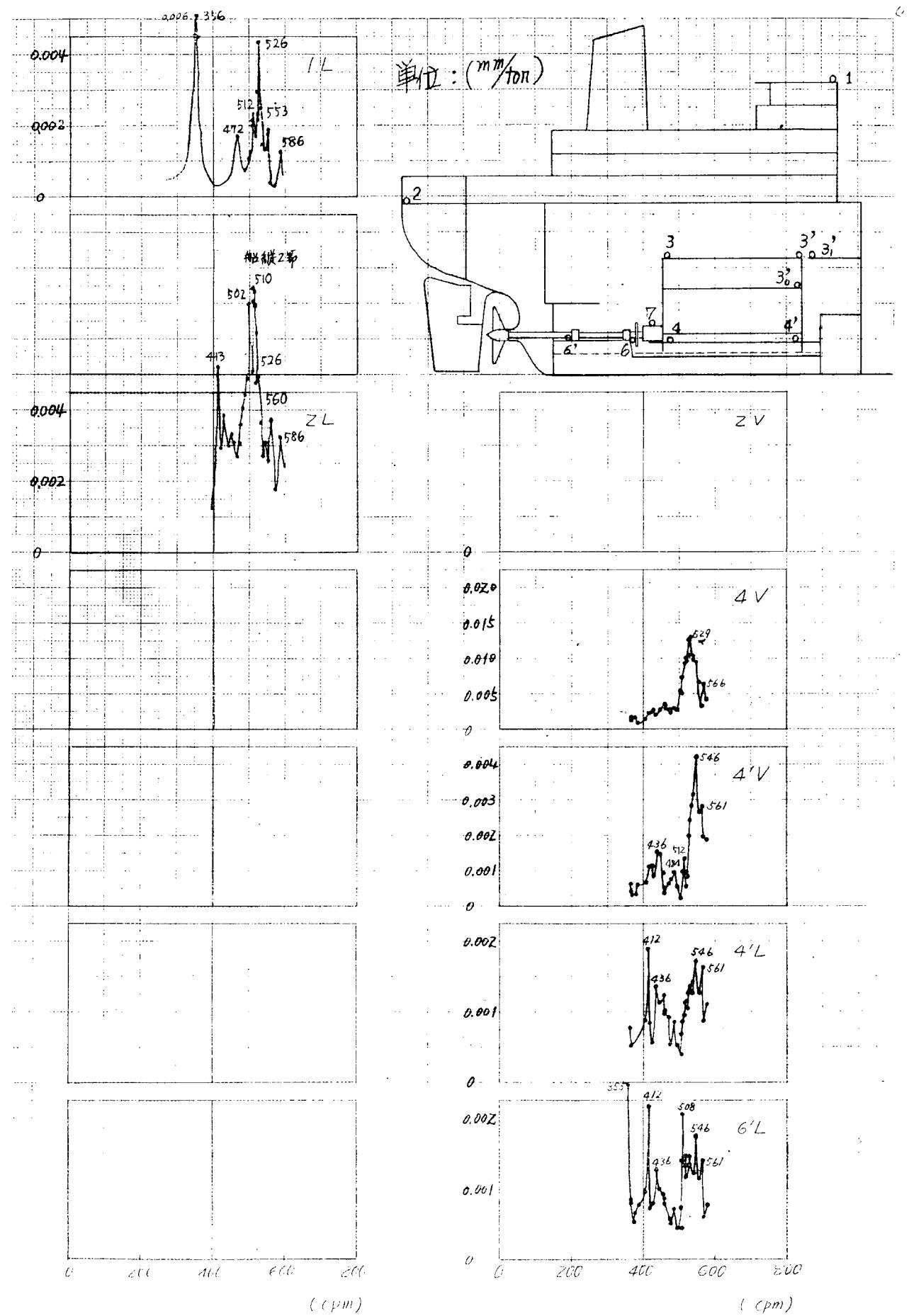
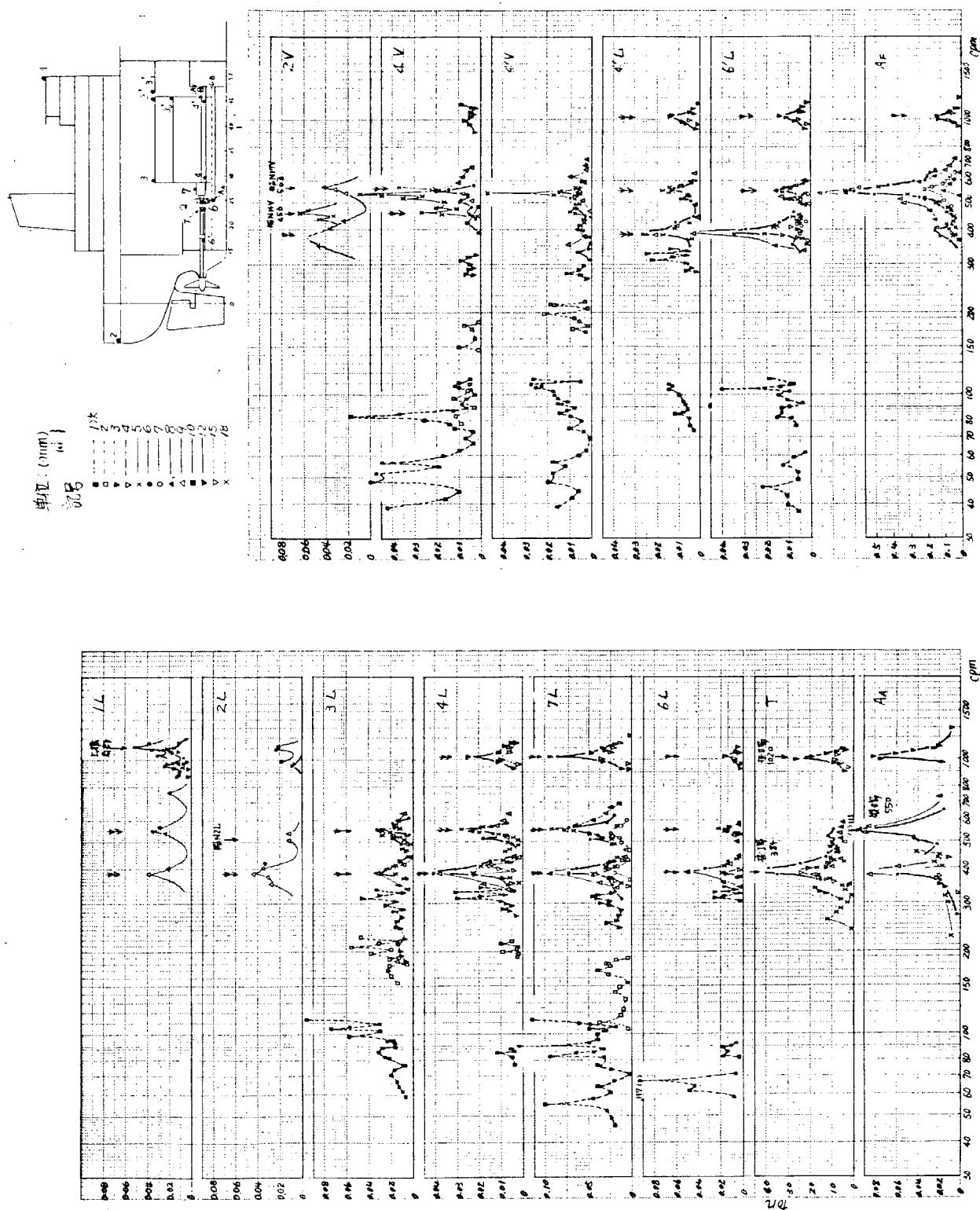


図 1.6.9 船体前後方向起振実験(満載、プレーシング付き)

図 1.6.10 軸系振動と給存振動の関係(滑滞。ブレーシング付き)



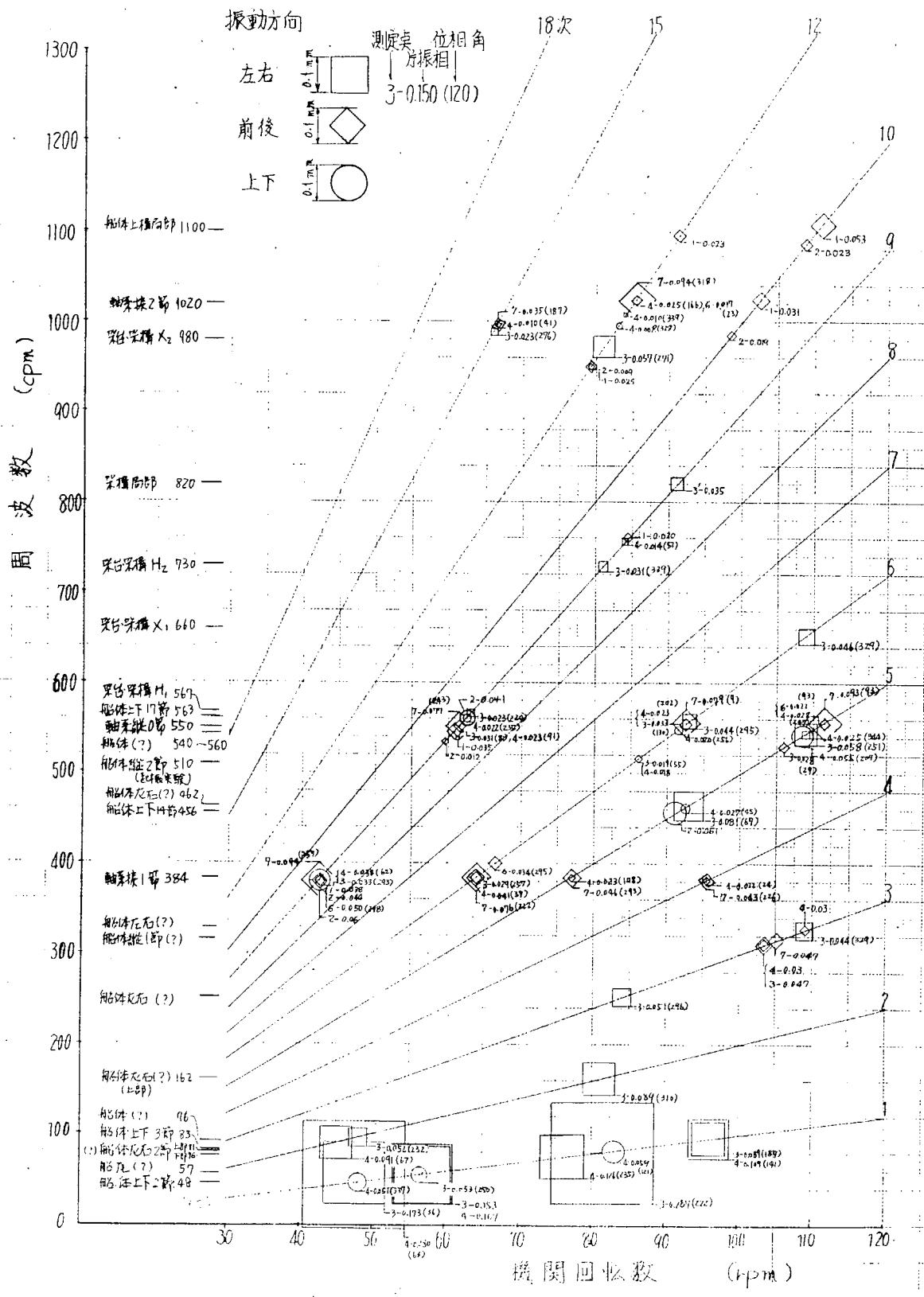


図 1.6.1.1 ピーク一覧図 (S.M.4.1-J 満載、ブレーキング付き、運動時)

半径 (mm)

記号

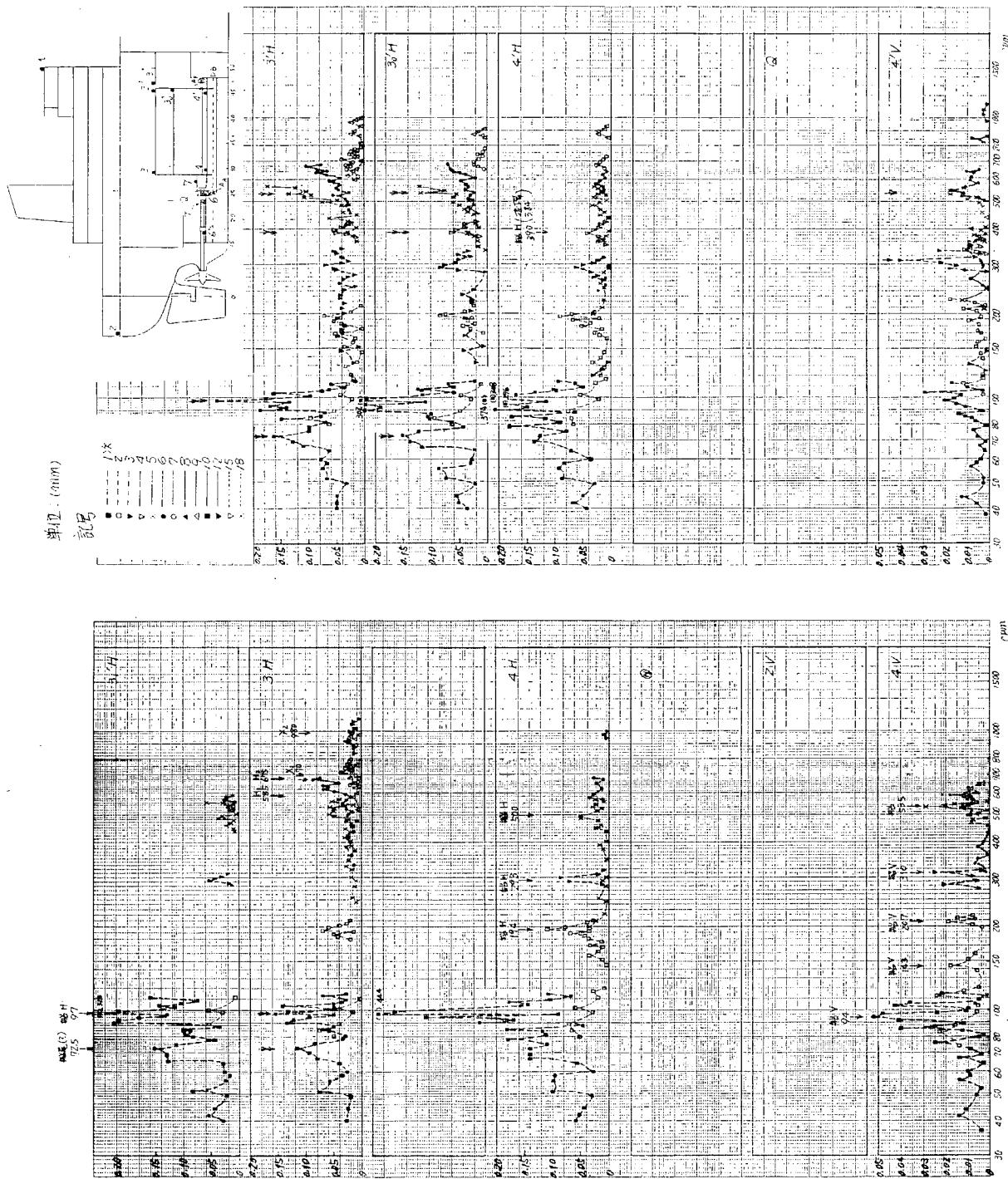
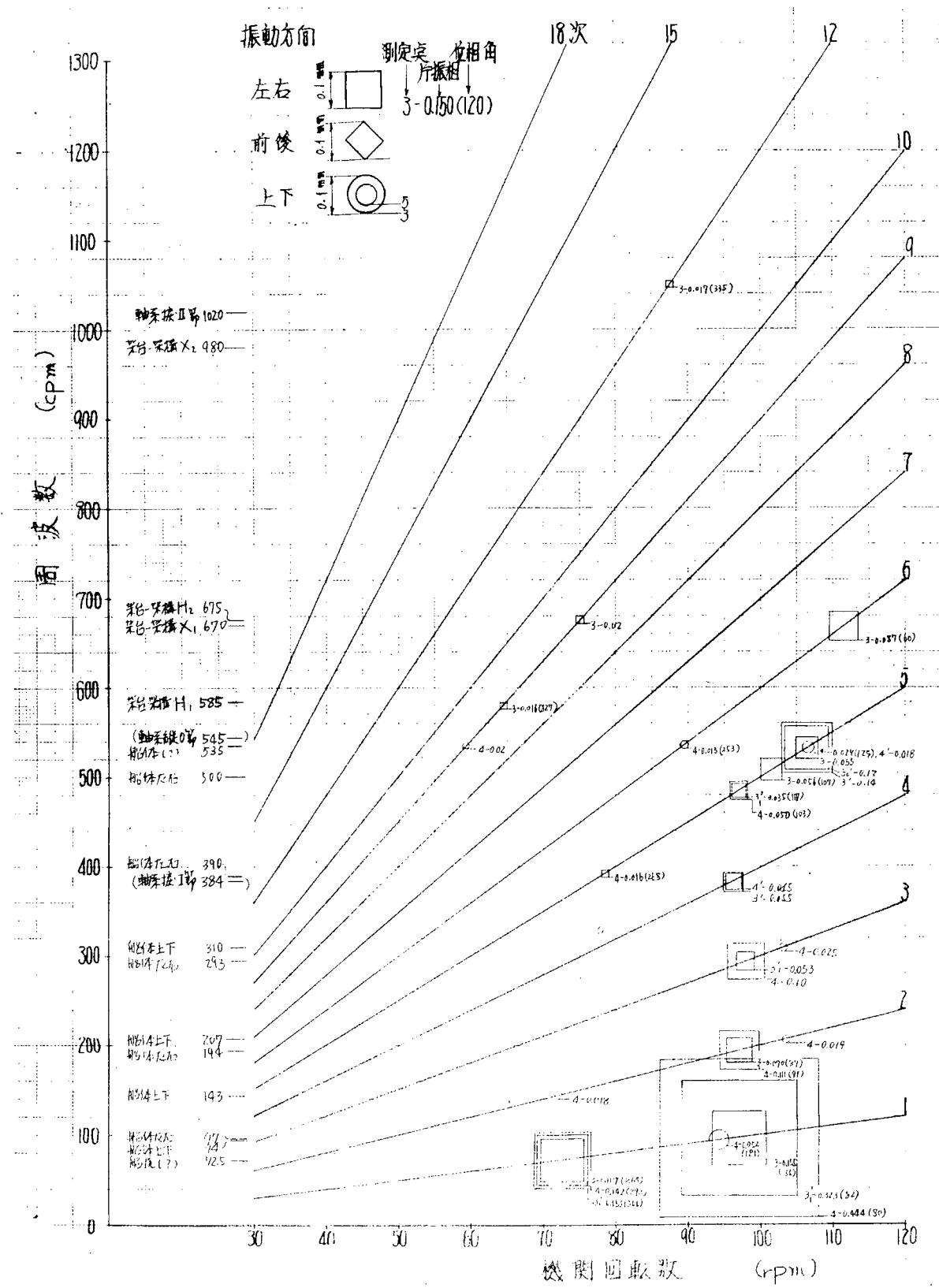


図 1.6.1.2 機関架構振動と歯合振動の関係(半載、プレーシング除去)



(右側) 振動方向

図 1.6.13 ピーク一覧図 (S. M. 4.1-J 半載、ブレーシング除去、運転時)

## [機関架構および軸系振動と船体振動の関連の検討]

各実験条件ごとにピークの関連を検討すると次のようになる。

### (1) 半載・プレーシング付き

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) 低次の船体振動が存在するが、それによつて架構横振動も現われる。たとえば、船体左右振動に対しては、82 cpm (船尾振動と推定、1次)で、4Hと3Hの振幅比  $4H/3H = 3.0$ 、113 cpm(船体左右2節、1次)で  $4H/3H = 9.8$  (3Hはピークでなく、4Hのみがピーク)であり、船体左右振動はねじり成分を含んで船底振動がきわめて大きいことを示し、船体上下振動に対しては、99 cpm(船体上下3節、1次)で  $4V/3H = 3.25$ 、146 cpm(船体上下4節、2次)では  $4V/3H = 2.2$ 、198 cpm(船体上下5節、2次)で  $4V/3H = 1.5$  であり、船体上下振動によつてわずかではあるが架構横振動をもたらすことを示す。ただし、146 cpmにおいては、2Vに5次の振動があるが、これによる架構への影響はほとんどない。
- 2) 239 cpm(船体上下6節)、283 cpm(船体上下7節)、400 cpm(船体上下10節)、512 cpm(船体上下12節)、555 cpm(船体上下13節)の5次の振動が2Vに現われているが、それによる架構横振動への影響はほとんどない。
- 3) しかし、545 cpm(船体左右、5次)による影響は架構に現われ、 $4H/3H = 0.53$ 、 $4V/3H = 0.26$  である。このように高次の船体左右振動は、それによつてもたらされる架構横振動のほうが大きい、またこの場合架構自体の固有振動より大きい。
- 4) 330 cpm付近に船体1節縦振動があるが、2Lには顕著に見られない。 $(3L/6' L = 1.2)$
- 5) 上部構造の前後振動の固有振動は、起振実験では620 cpmにあるが、運転時にはほとんど見られない。なお、1,000 cpm付近に上部構造の局部振動と思われる振動が見られる。

#### 架構振動が船体に与える影響

架構H形固有振動(765 cpm、12次)はきわめて小さく、それが船体に与える影響はほとんどない。また架構X形固有振動(996 cpm)が船体に与える影響は  $4'H/3H = 0.26$ 、 $4V/3H = 0.33$  である。ただし、この場合、固有振動数に近い軸系ねじり2節(1020 cpm、12次)の影響を受けている。

#### 軸系振動が船体、機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり1節振動(384 cpm、9次)の影響は船体上下および架構横振動には見られないが、上部構造、上甲板、架構上段前後振動に影響し  $1L/6L = 2.00$ 、 $2L/6L = 2.70$ 、 $3L/6L = 1.00$  となつていて。
- 2) 軸系縦0節振動545 cpm(5次)においては、船体左右振動と重畠して、架構横、前後振動は大きいが、前後方向を見ると  $3L/6L = 3.05$  である。
- 3) 軸系ねじり2節振動(1020 cpm)においては12次の振動が大きく、上部構造前後振動への影響は大きく  $1L/7L = 0.32$  であるが、架構前後、上下振動への影響はそれほど大きくなく  $6L/7L = 0.07$ 、 $4L/7L = 0.21$ 、 $3L/7L = 0.13$ 、 $4V/7L = 0.11$  である。なお、架構横振動に対しては996 cpmでX形の固有振動があるためねじりによる影響は明確でない( $3'H/7L = 0.2$ 程度)。

### (2) 満載・プレーシング付き

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) 低次の船体振動は、架構横振動にも現われ 48 cpmの船体左右振動は1次ではなく57 cpm固有振動による非定常振動であり、 $4H/3H = 1.6$ 、57 cpm 1次振動は船尾振動と思われ  $4V/3H = 0.30$ 、 $4H/3H = 1.1$ 、76~81 cpm(船体左右2節、1次)振動は船底部では76 cpm、架構上部では81 cpmにあり、 $4H/3H = 0.57$ 、96 cpm(船体、1次)振動は  $4H/3H = 1.2$  で、半載プレーシング付きの場合よりも影響は大きく、また、振幅も大きい。
- 2) 456 cpmに船体上下14節の5次の振動があり、また、462 cpmに船体5次の左右振動と思われる振動があるた

め、460 cpm 付近の架構横振動はかなり大きい(4Hにはピークが無く、ねじりを含んだ船体上部の左右振動だろう)。460 cpm 付近において、 $2V/3H=0.8$ 、 $4V/3H=0.34$  である。

- 3) 563 cpm に 9 次の船体上下振動があり、また、550 cpm に軸系縦 0 節振動が誘起(567 cpm 架構 H 形)され、 $1L/3H=1.5$ 、 $4L/3H=1.0$ 、 $2V/3H=1.74$ 、 $4V/3H=0.96$  である。
- 4) 510 cpm に船体 2 節縦振動があり、2L にその小さなピーク(0.012 mm)が現われているが、それによる架構横振動への影響はない。
- 5) 1,100 cpm 付近に上部構造の局部振動と思われる前後振動があるが、そのとき架構横振動は見られない。

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) この場合、架構 H 形、X 形固有振動は二重底との連成によってそれぞれ 2 個存在し、H<sub>1</sub>(567 cpm) は二重底もしくは船体上下振動により生じたと考えられる( $4V/3H=0.96$ )。一方、H<sub>2</sub>(730 cpm、9 次) は架構主体の固有振動で半載プレーシング付きの場合に比べて振幅は大きくなっているが、船体にはほとんど影響を及ぼしていない。
- 2) また、架構 X 形振動のうち架台一架構の固有振動 X<sub>1</sub>、660 cpm(6 次) では二重底の上下振動( $4V$ 、 $4'V$ )にピークが現われておらず、機関室壁部(二重底上)の上下振動測定を行っていないため不明であるが、X<sub>1</sub> は二重底もしくは船体振動により起つたのである。また、架構主体の固有振動(980 cpm、12 次)では  $4H/3H=0.17$ 、 $4V/3H=0.14$  である。ただし、X<sub>2</sub> の場合、1,020 cpm に軸系ねじり 2 節振動(12 次)があるため、その影響を受けて 1,000 cpm 付近における二重底部の振動にピークが現われたと考えられ、架構振動自体が、船体に与える影響はきわめて小さいであろう。

#### 軸系振動が船体・機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり 1 節振動(384 cpm、9 次)により、上甲板前後、上下振動；上部構造、架構前後振動にその影響がわずかに現われ( $1L/7L=0.40$ 、 $2L/7L=0.46$ 、 $3L/7L=0.34$ 、 $4L/7L=0.40$ 、 $2L/7L=0.58$ ) ているが、架構横振動にはあまり影響していない( $3'H/7L=0.16$ )。
- しかし、半載プレーシング付きの場合に比べて上部構造、上甲板前後振動に対する影響は減少している。  
(6L の振幅は満載のほうが半載より大きい) なお、 $6L/7L=0.53$  である。
- 2) 軸系縦 0 節振動 550 cpm、(5 次)においては船体振動の影響も受けて二重底上下、横振動および架構横振動が大きいが、前後方向を見ると  $6L/7L=0.24$ 、 $4L/7L=0.30$ 、 $3L/7L=0.30$  である。また、9 次においては  $1L/7L=0.45$ 、 $2L/7L=0.16$  である。なお、半載、プレーシング付きの場合よりもその振幅比は減少している。
- 3) 軸系ねじり 2 節振動(1,020 cpm、12 次)により、上部構造および二重底振動にその影響が現われ、 $1L/7L=0.23$ 、 $4L/7L=0.26$  である。また、上下振動には  $4V/7L=0.09$  できわめて小さい。なお、980 cpm に架構 X 形固有振動があるため架構横振動への影響は渺茫でないが、 $4H/7L=0.1$  (架構振動の影響も含まれている) より考えると架構横振動への影響はわずかであろう。なお、半載、プレーシング付きの場合より船体への影響はわずかに小さくなっている。

#### (3) 半載・プレーシング除去

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) この場合(1)に比較すると振幅が 2 倍以上に増大し、ことに低次の船体振動ではプレーシングを除くことにより、架構、架台とも振幅は大きくなるが、振幅比は小さくなっている。すなわち、低次の船体振動による架構横振動がプレーシングを受けたときよりも大きく現われている。

振幅比は 7.25 cpm(船尾、1 次) で  $31'/3H=1.29$ 、 $4H/3H=1.21$

9.4 cpm(船体上下、1 次) で  $31H/3H=1.8$ 、 $4H/3H=3.25$ 、 $4V/3H=0.52$  (ただし、 $3H$  はピークでない)。

9.7 cpm(船体左右、1 次) で  $31H/3H=2.08$ 、 $4H/3H=2.85$

である。

- 2) 535 cpmにおいて二重底上下振動に5次のピークがあるが、軸系縦0節振動(545 cpm)の影響も受けて架構横振動にピークが現われている。 $(4V/3H=0.52)$
- 3) 500 cpmにおいて船体左右振動があるが、架構はこれらの影響をかなり受けている。 $(3_1H/3H=0.52, 4H/3H=0.85)$

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) 架構H形振動は(2)と同様2個現われている。 $H_1(585\text{ cpm})$ は二重底もしくは船体の上下振動により生じたものと考えられ、 $4V/3H=1.1$ となり4Vの振動が大きい。  
また、 $H_2(675\text{ cpm})$ は架構主体の固有振動と思われ、その振幅は小さく船体への影響はほとんどみられない。
- 2) 架構X形振動も2個( $670\text{ cpm}, 980\text{ cpm}$ )現われているが、これらの船体に及ぼす影響はほとんどみられない。次に実験条件による検討を行なうと次のようになる。
  - 1) 架構H形固有振動は二重底との連成によつてH形、X形とも2個ずつ現われている。架構H形固有振動は半載、プレーシング除去の場合 $585\text{ cpm}, 675\text{ cpm}$ 、満載、プレーシング付きの場合 $567\text{ cpm}, 730\text{ cpm}$ に現われている。これらのうち $585\text{ cpm}, 567\text{ cpm}$ は二重底もしくは船体の上下振動により生じたもので、 $675\text{ cpm}, 730\text{ cpm}$ は架構自体の固有振動であろう。また、半載、プレーシング付きの場合は架構の固有振動 $765\text{ cpm}$ のみが現われている。  
ここで、架構の固有振動を比較すると、半載でプレーシングを付けると振動の剛性が高まり振動数も13.4%上昇。  
また、プレーシング付きの状態で半載より満載にすると付加水重量の影響で4.6%振動数が低下する。
  - 2) 架構X形固有振動もH形と同様、半載プレーシング除去で $670\text{ cpm}, 980\text{ cpm}$ 、満載プレーシング付きで $660\text{ cpm}, 980\text{ cpm}$ に現われ、また、半載プレーシング付きで $996\text{ cpm}$ に現われている。ここで、架構の固有振動の比較をすると半載でプレーシングを付けると1.6%振動数が上昇し $996\text{ cpm}$ になり、プレーシング付きの状態で満載にすると1.6%振動数が低下し $980\text{ cpm}$ になる。
  - 3) 振幅においてはプレーシングによる効果が現われ、プレーシングを付けることにより大巾に架構、船体(二重底)横方向振幅は減少する。
  - 4) 低次の船体振動による架構の横振動はプレーシング付きの場合半載より満載のほうが影響が大きい。
  - 5) 軸系振動による上部構造、上甲板の前後振動および架構横振動は満載のほうが影響が小さい。
  - 6) 軸系ねじり振動は船体上部、ことに上部構造の前後振動に影響を与え、また、ねじり2節振動は架構X形固有振動に近いことも原因して架構横振動に与える影響は大きい。

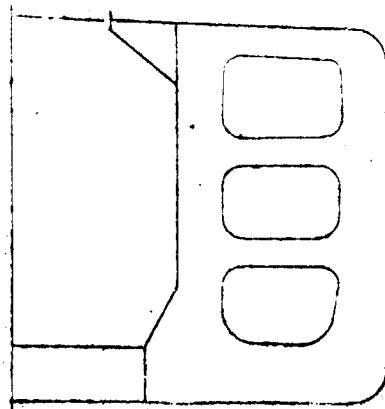
1.7 SHIP NO. 42-G

SHIP NO.	42-G
BUILDER	I.H.I.

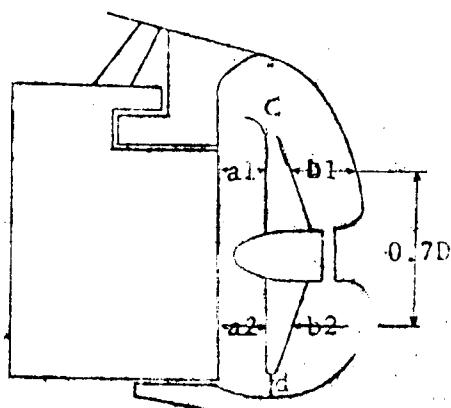
PARTICULARS OF SHIP

HULL			MAIN ENGINE		
KIND & TYPE	ORE/OIL CARRIER		KIND & TYPE	IHI SULZER 10RD90	
CLASS	NK		NUMBER	1	
CONSTRUCTION	LONG SYSTEM		POSITION OF ENGINE	AFT	
Loa	249.90 m		B.H.P.(MCR)	23,400PS	
Lpp	240.00 m		R.P.M.(MCR)	122	
Bmld	38.94 m		UNBALANCED FORCE	F <sub>V1</sub>	
Dmld	19.50 m			F <sub>V2</sub>	
d full	13.50 m			F <sub>H</sub>	
Δ full	106.326KT		UNBALANCED MOMENT	M <sub>V1</sub>	
D.W.	84.200KT			M <sub>V2</sub>	
Cb full	0.816			M <sub>H</sub>	
MOMENT OF INERTIA	I <sub>V</sub>	3.369m <sup>4</sup>	PROPELLER		
WEB AREA	I <sub>H</sub>	—	NUMBER	1	
	A <sub>V</sub>	1.307m <sup>2</sup>	NO. OF BLADES	5	
	A <sub>H</sub>	2.215m <sup>2</sup>	DIAMETER	6.600m	

SKETCH OF  $\otimes$  SECTION



SKETCH OF SCREW APERTURE



a1 = 1.180M. 0.179D  
 a2 = 1.180M. 0.179D  
 b1 = 1.800M. 0.273D  
 b2 = 1.770M. 0.269D  
 c = 2.160M. 0.327D  
 d = 0.700M. 0.106D

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	900 mm	TEST NO.	1	2	
	PISTON STROKE	1550 mm	LOAD CONDI.	BALLAST	FULL LOAD	
	CYL. NUMBER	10		(NO LOAD)		
FIRING ORDER	10-4-3-8-7-1-9-5-6-2		DATE	SEP. 9 <sup>TH</sup> '69	SEP. 24 <sup>TH</sup> '67	
			PLACE	AIOI	OFF WAKAYAMA	
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-Type	10,20 ORDER 10.000	WEATHER	FINE	FINE	
	X-Type	1,9,11,19 " 0.1426	SEA CONDI.	SMOOTH	SMOOTH	
		2,8,12,18 " 0.0838	DEPTH OF WATER	ABT. 6m	ABT. 100m	
		3,7,13,17 " 3.3956	△ TEST	19,100KT	106.253KT	
		4,6,14,16 " 1.9119	df	--	13.28m	
		5,15 " 3.4941	dm	--	13.55m	
		10,20 " 0.0000	da	--	13.42m	
			PROPELLER IMMERSION	--	136%	
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINT & INSTRUMENT			
			MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINT	TYPE OF PICK UP	
			1w	LH	1	
			2	LHV	1	
			5"	V	1	
					+ SHAPE DISP. METER	
					U GAUGE ACC. METER	
			3	HL V	1	
			4	HL V	1	
			A <sub>F</sub>	L	1	
					IMV. DISP.	
					VM3300L	
					BEND PLATE STRAIN GAUGE	

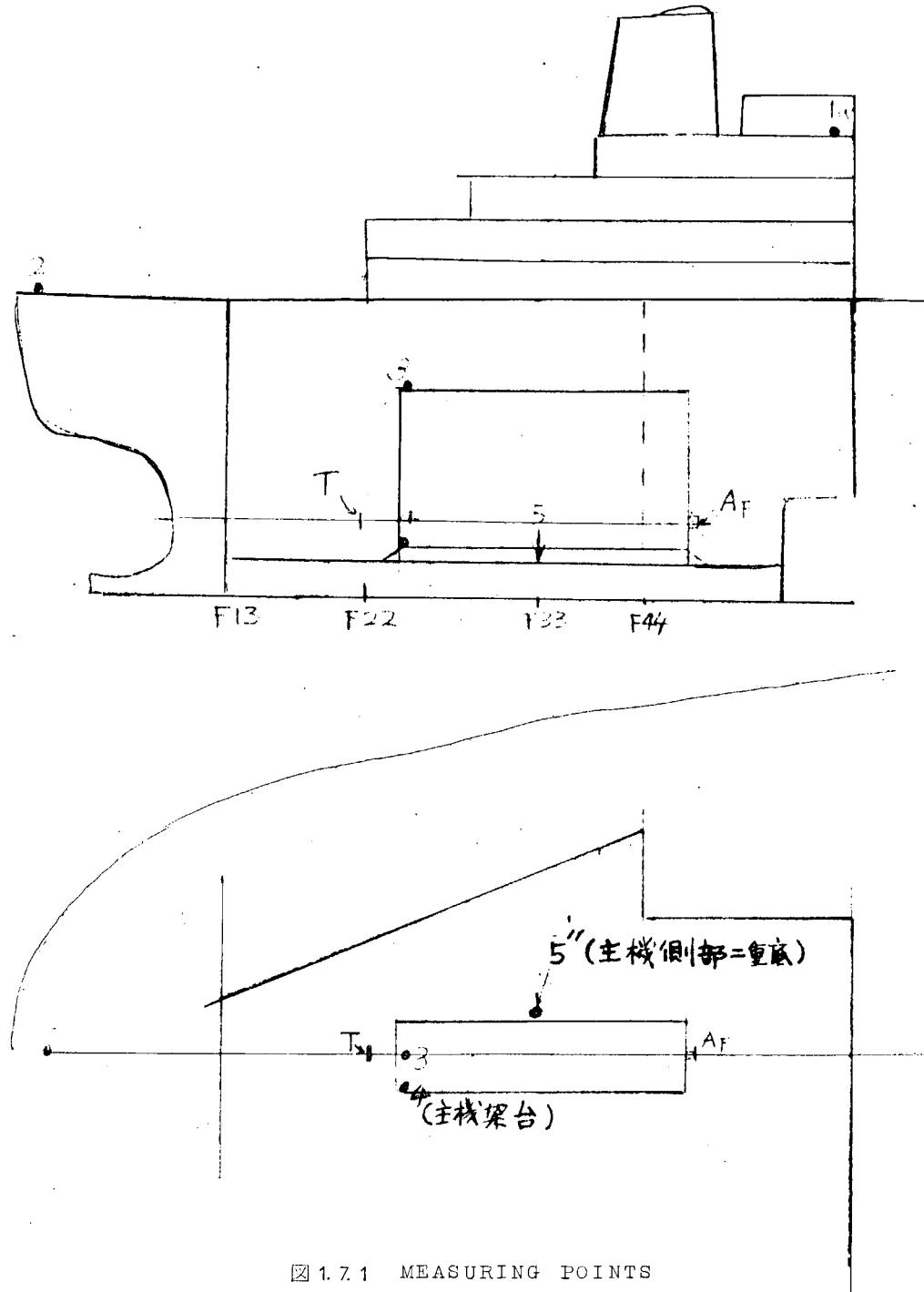


図 1.7.1 MEASURING POINTS

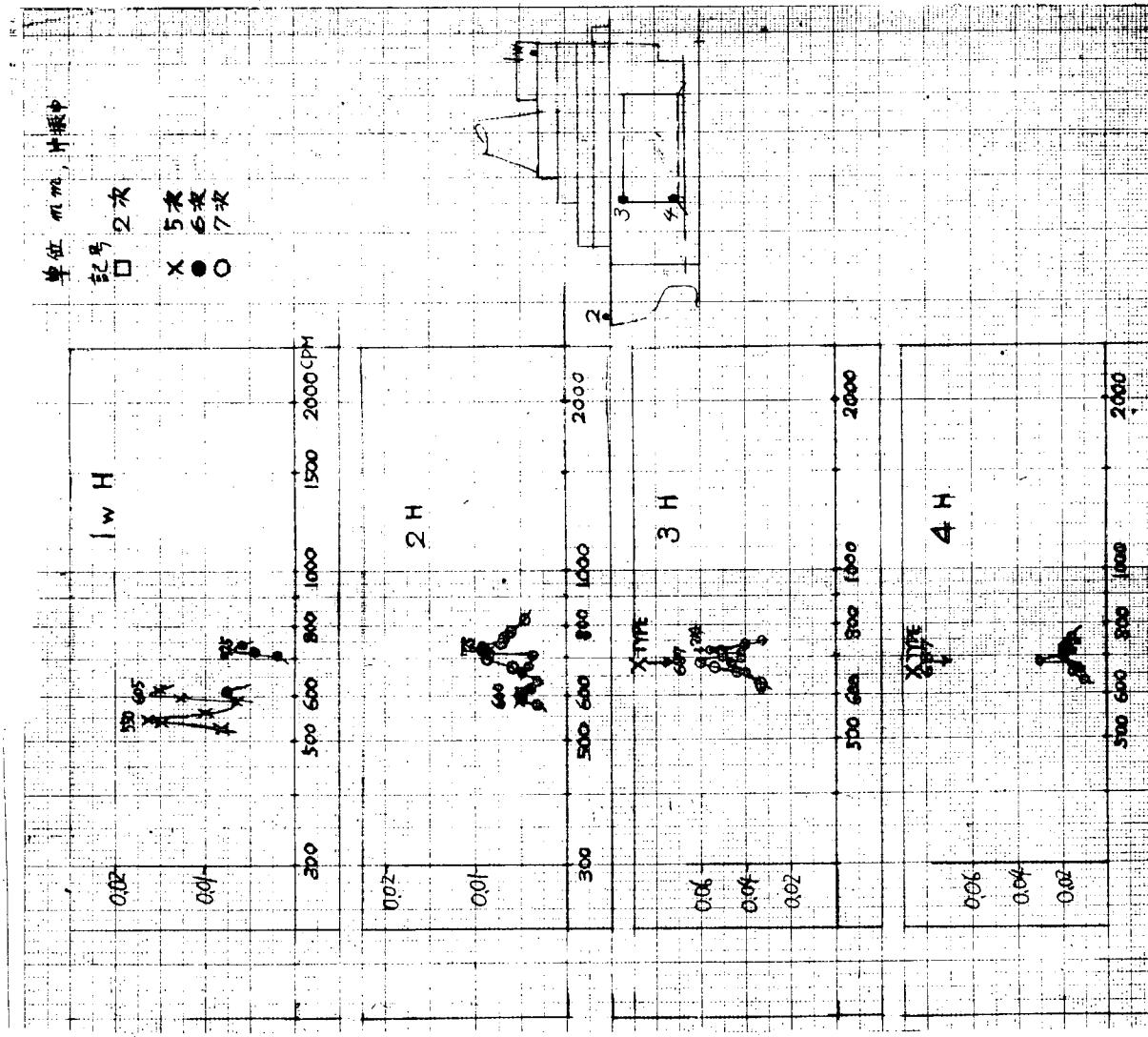
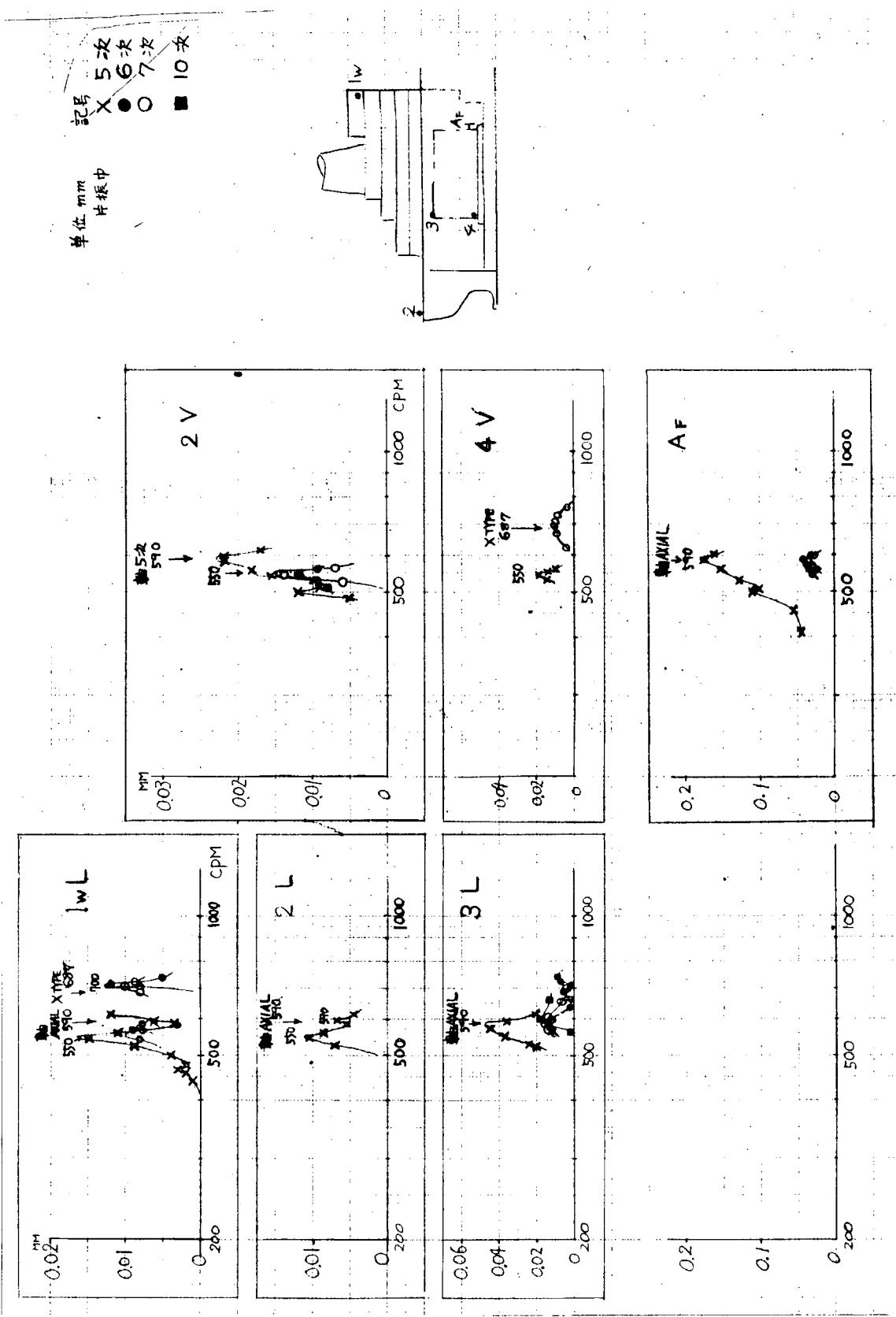


図 1.7.2 機関架構振動と船体振動 (TEST NO. 1 BALLAST NO LOAD)



TEST NO. 1  
BALLAST NO LOAD

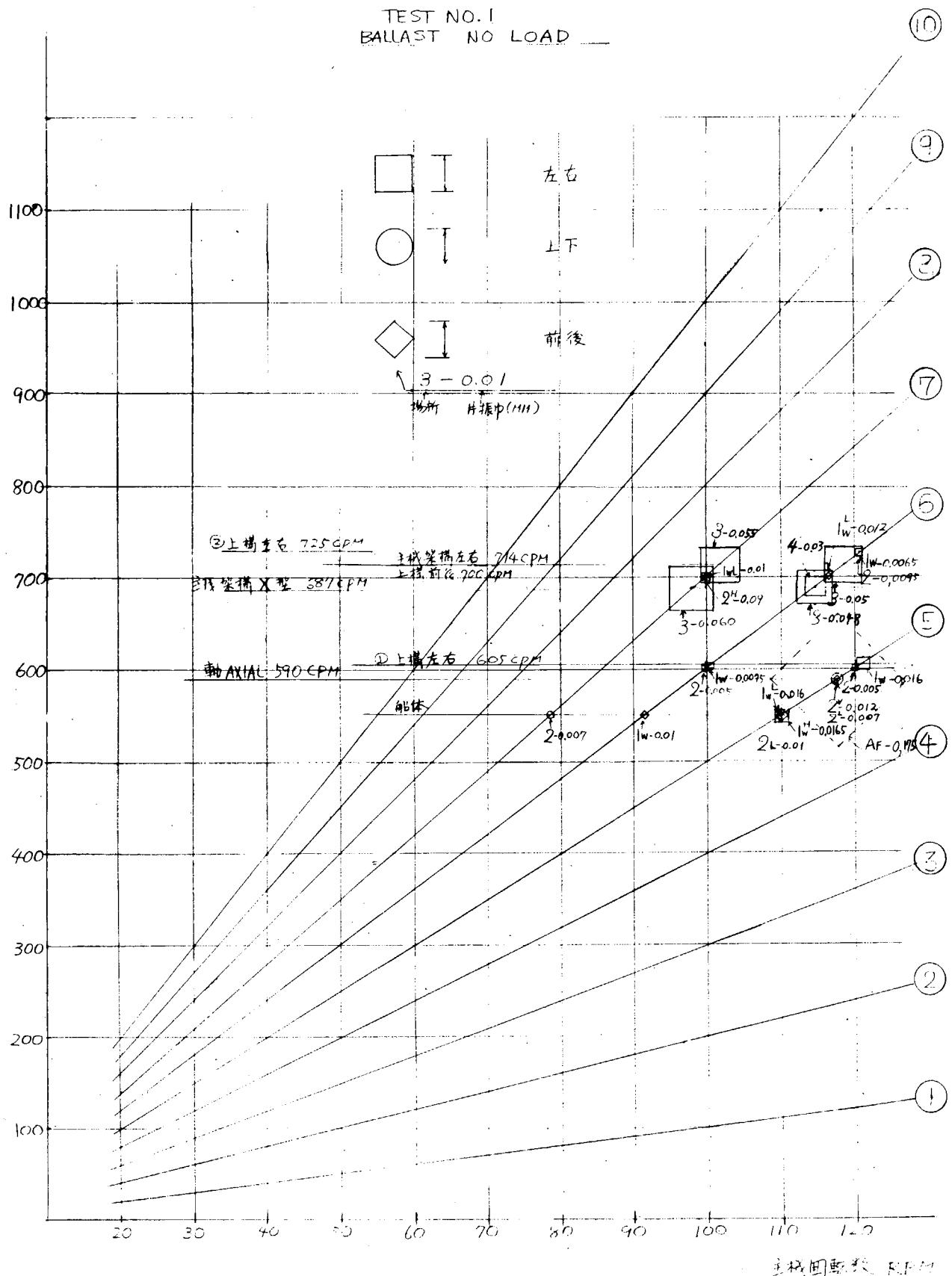


図 1.7.4

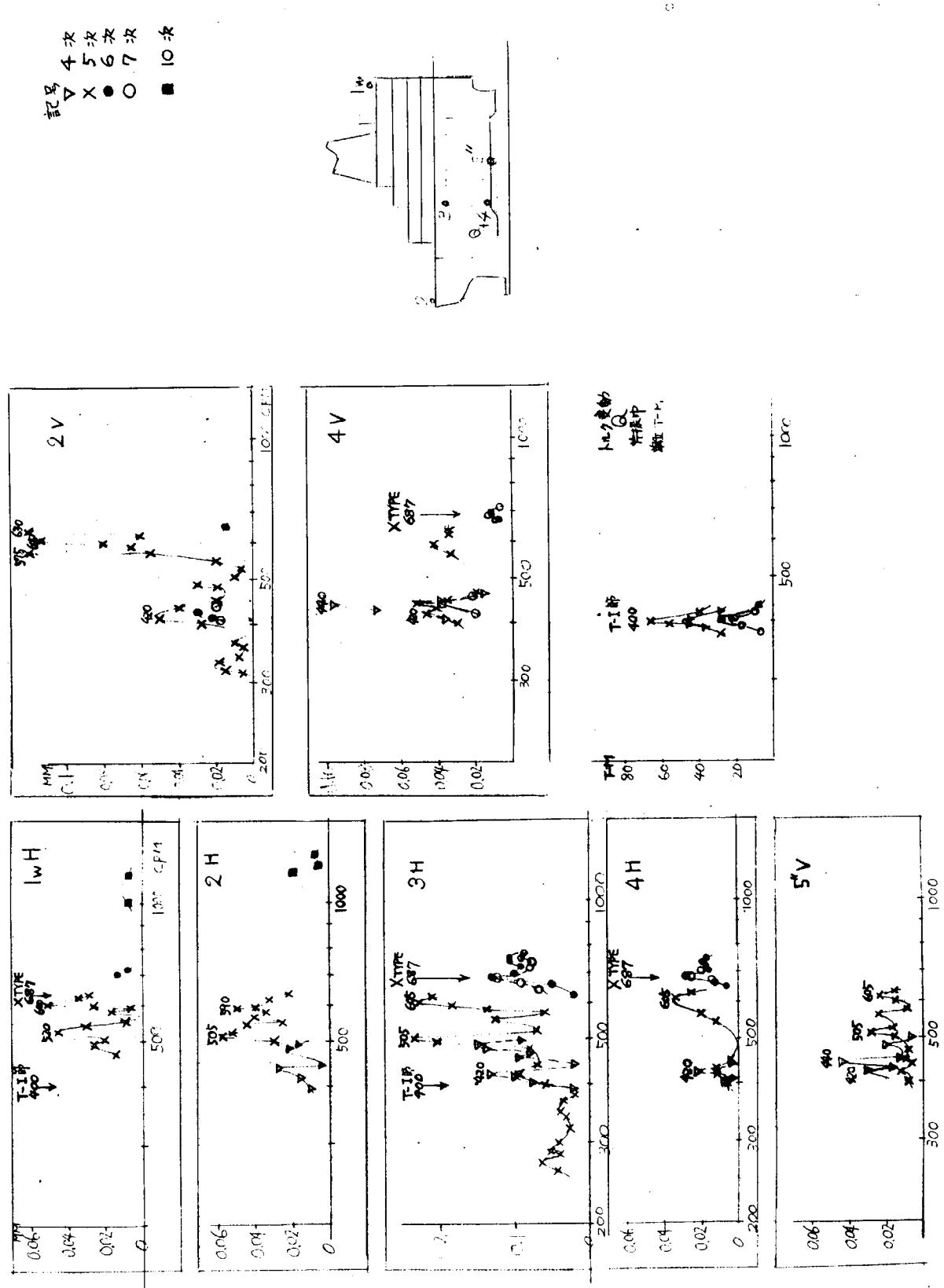
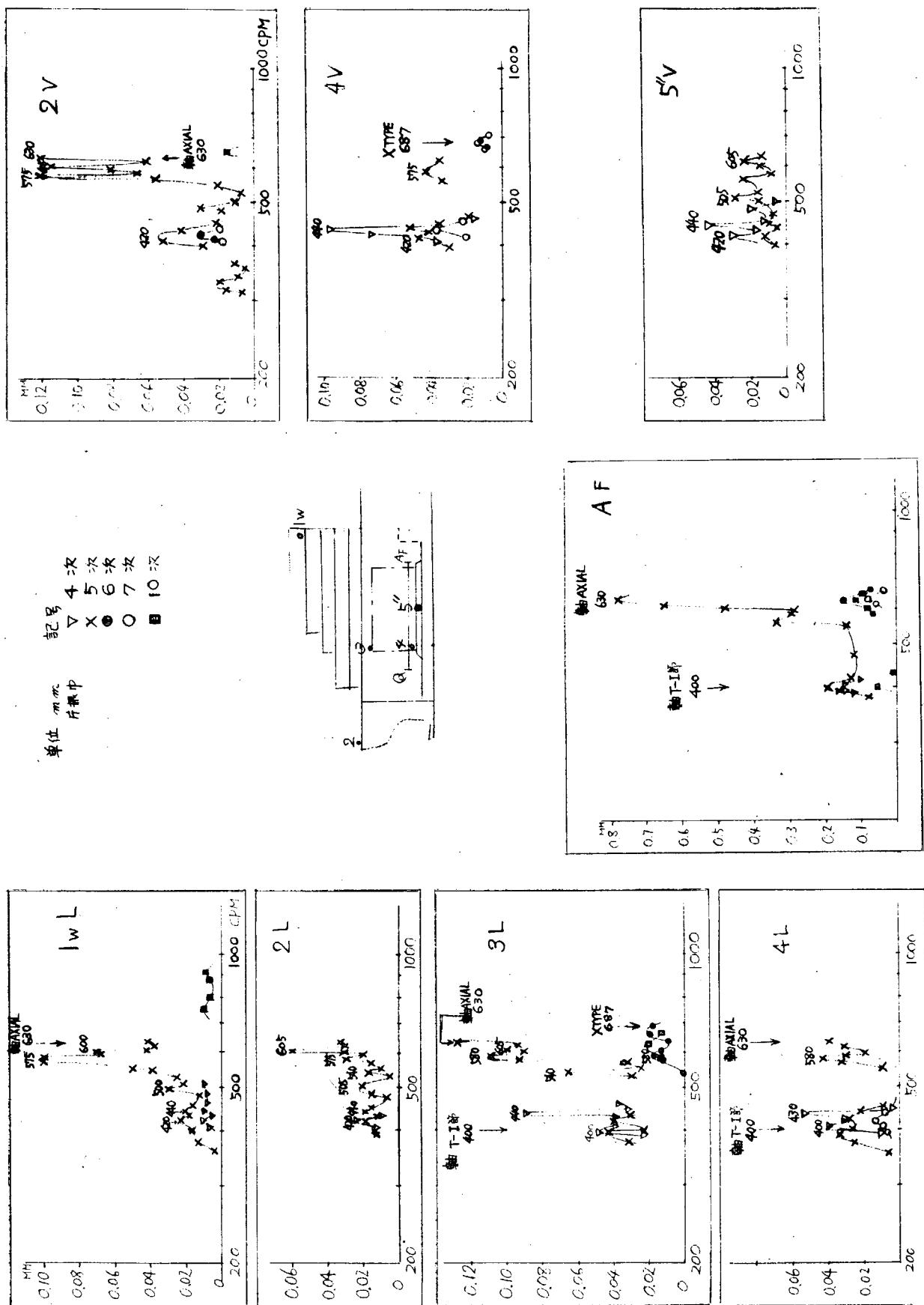


図 1.7.5 機関架構振動と船体振動 (TEST NO. 2 FULL LOAD)

図 1.7.6 軸系振動と船体振動 (TEST NO. 2 FULL LOAD)



TEST NO. 2  
FULL LOAD TRIAL

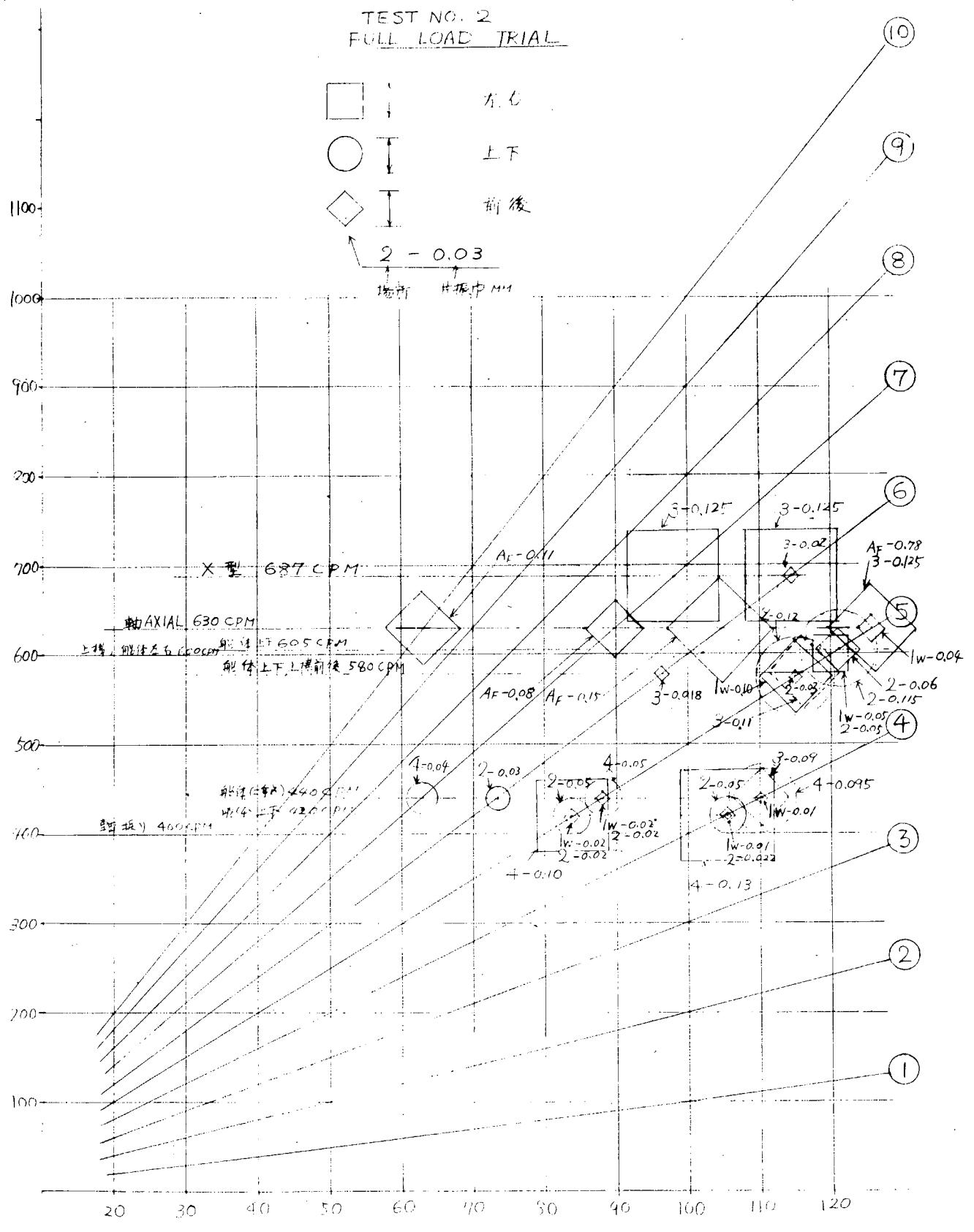


图 1.7.7

## [ 考 察 ]

本船は繫留運転時(プロペラ軸を切りはなしたNO LOAD TEST)と満載海上公試時に船体機関の振動同時計測を行なつた。

- 1) 軸系縦振動が同調するときは船尾端の上下の振動が増える。
- 2) 主機後端の上下振動がピークを示すとき、上部構造の前後振動が、ピークを示している。そのピークは繫留運転時は $550 \text{ cpm}$ (5次)、満載海上公試時は $575 \sim 580 \text{ cpm}$ (5次)である。またこのときは船尾上下振動も大きくなつてゐる。
- 3) 軸の縦振動は機関架構の前後振動を惹起している。
- 4) 機関架構水平振動は、船尾水平振動を惹起している。これはまた上部構造の水平振動を惹起している。しかし、X形7次の $687 \text{ cpm}$ の振動は船体にはほとんど影響していない。
- 5) ねじり振動は機関架構には多少影響するが、船体には影響がないといつてよい。
- 6) 上部構造の水平振動は、繫留運転時 $550$ 、 $605 \text{ cpm}$ (いずれも5次)満載公試時は $520$ 、 $600 \text{ cpm}$ (いずれも5次)にピークがあり、上部構造の水平固有振動数は $600 \text{ cpm}$ 附近にあると考えられる。
- 7) 上部構造の前後固有振動数は、はつきりわからない。

船尾の上下振動のピークがあるとき、上部構造前後にピークがあらわれる。起振機試験のとき $700 \text{ cpm}$ 、繫留運転のとき $550 \text{ cpm}$ 、満載公試のとき $575 \text{ cpm}$ となつてゐる。上部構造前後の固有振動数は本来高い所にあつて、船体の上下振動に連成していると考えられる。

- 8) 42年度報告(研究資料NO.71-1)第8章に示されるように $600 \text{ cpm}$ 附近の上部構造と船体振動の関連モードは起振機実験(船尾起振)と、その他の二つの実験では異なつており、本船の上部構造起振の主な源は機関にあつて、プロペラによるものは少ないと考えられる。さらにいえば主機後端附近の二重底から伝わるのでないか。

## [ 結 論 ]

本船の上部構造の前後固有振動数は、はつきりわからぬが、かなり高い所にある。 $550 \sim 575 \text{ cpm}$ にピークがあらわれるのは船体上下振動との連成であろう。

また、上部構造を前後に起振するのは、プロペラよりも主機関であろう。そして、主機後端附近の二重底の上下振動も同時にピークを示すところから、この二重底から上部構造に伝えられると考えられる。

軸の縦振動は、船体を上下に起振しているが、上部構造とは関係はほとんどない。軸の縦振動で、繫留運転時には $500 \text{ cpm}$ 、満載公試時には $570 \text{ cpm}$ 附近に小さな腰かけのようなピークがみられるのは、船体上下振動の影響であろう。

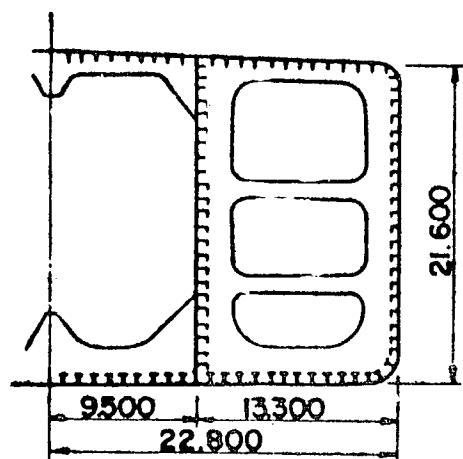
## 1.8 SHIP № 42-I

SHIP №	42-I
BUILDER	HITACHI

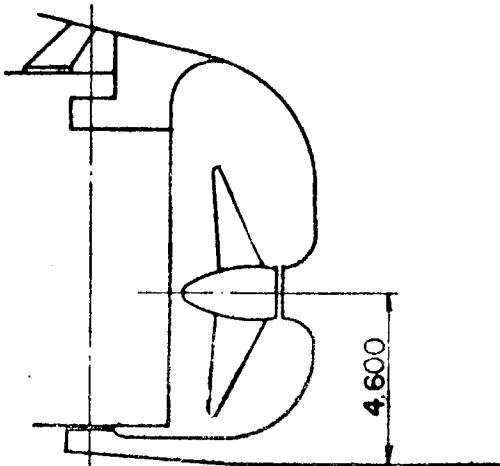
## PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	MOTOR TANKER	KIND & TYPE	HITACHI B & W 1284-VT 2BF-180
CLASS	NK	NUMBER	1
CONSTRUCTION	LONG SYSTEM	POSITION OF ENG	AFT
Loa		B.H.P. (MCR)	27,600 PS
Lpp	274 m 00	R.P.M. (MCR)	114
Bmld	45 m 60	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub> 0
Dmld	21 m 60		F <sub>v2</sub> 0
dfull	14 m 83		F <sub>H</sub> 0
Δfull	153,660 KT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> 0
D.W.	128,000 LT		M <sub>v2</sub> 0
Cb full			M <sub>H</sub> 0
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub> 547402000 m <sup>2</sup>	PROPELLER	
	I <sub>H</sub>	NUMBER	1
WEB	A <sub>v</sub> 3168936 m <sup>2</sup>	NUMBER OF BLADES	5
AREA	A <sub>H</sub>	DIAMETER	7 m

SKETCH OF SECTION



SECTION OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	840mm	TEST NO.	1	2	3
	PISTON STROKE	1,800mm	LOAD CONDITION	FULL LOAD		BALLAST
	CYL. NUMBER	12	BRACINGS	WITH	WITHOUT	WITHOUT
FIRING ORDER	1-12-5-7-3-11-4-9-2-10 -6-8			DATE	SEP. 5th '67	SEP. 6th '67
				PLACE	OFF HINOMISAKI	OFF HINOMISAKI
VECTOR SU- MMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	12 ORDER 12.00	WEATHER	FINE		FINE
	X-TYPE	3, 9, 15 " 2.10	SEA CONDI.	SMOOTH		SMOOTH
		4, 8, " 1.18	DEPTH OF WATER	48m		200~300m
		6, " 7.00	△ test	153,660KT		85800KT
		1, 2, 5, 7 } " 0 10~14	df	14m		7m17
				dm	14m860	
OTHER	EXCITING MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION FOR TORQUE HARMONICS AT M.C.O. H TYPE : 12 ORDER : 7 t-m X TYPE : 4 : 16.8 " 5 : 3.6 " 6 : 43.7 " 8 : 1.7 " 9 : 2.4			da	14m860	
				PROPELLER IMMERSION	1465%	
					81%	
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT			
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	UNBALANCED FORCE TYPE	MEASURING POINT & DIREC.		NO. OF POINTS	TYPE OF PICK UP
	MAX. EXCIT. FORCE	10t	1	L	3	UNBOUND TYPE
ENGINE EXCITER	DIRECTION OF EXCIT.	VER. & LONG	2	LH		U-GAUGE ACC.
	TYPE OF EXCITER		44'	H		AKASHI-TELEVIBRO-
	MAX. EXCIT. FORCE	-		V *1	2(+2)	METER L-1
	DIRECTION OF EXCIT.		330 3'	H		IMV-DISPLACE METER
OTHER DESCRIPTIONS			(30' 3') *1	H	5	VM 3300 LL
*1 V and ( ) : EXCEPT EXCITER TEST			(4 4') *2	V		
*2 ( ) : ONLY EXCITER TEST			6'	H	1	" (IHI)
*3 H : EXCEPT EXCITER TEST			3 4 4'			ND-TYPE MARINE
V : EXCITER TEST			6 6' 7	L	11	DISPLACE METER (MHI)
			5 5'	H, V		
			1"	H, V *3		
			A <sub>F</sub> , A <sub>A</sub>		2	BEND PLATE- STRAIN GAUGE
			Q, θ		2	STRAIN GAUGE- TELEMETER
			T		1	IMV TORSIONAL VIB- RATOR TM-6100

- VIBRATION MEASURING POINTS  
OF STRUCTURE
- × " OF SHAFT
- $\Delta_{F,A}$  AXIAL VIBRATION
- $\theta$  TORSIONAL VIBRATION
- Q TORQUE
- T THRUST

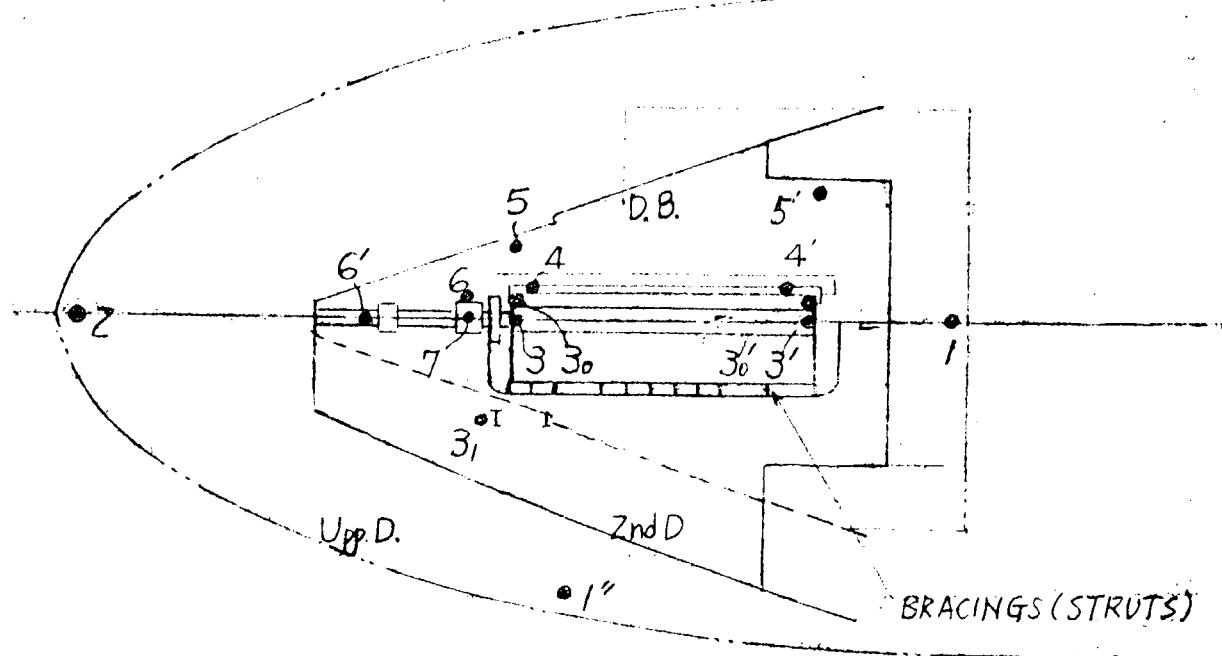
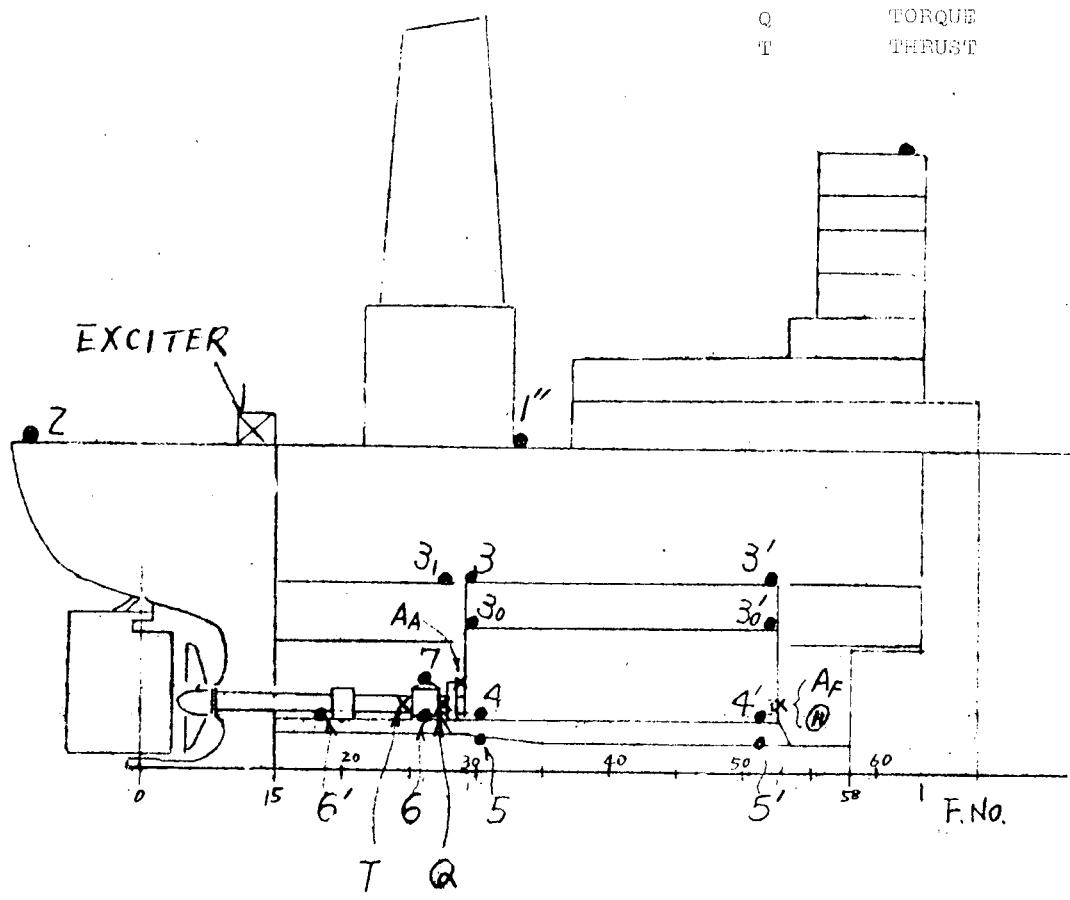


FIG 1.6.1 MEASURING POINTS

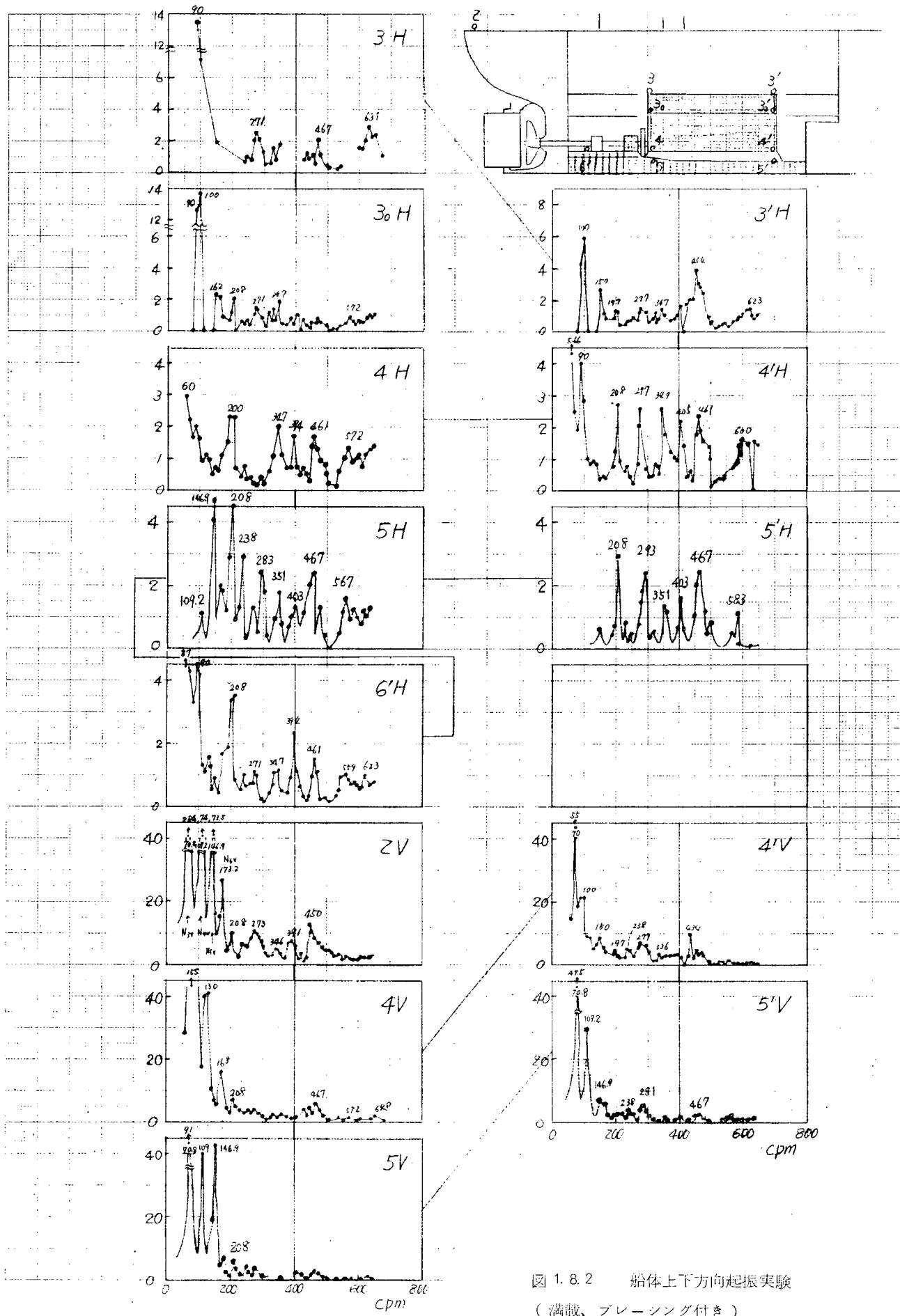


図 1.8.2 船体上下方向起振実験  
(満載、ブレーキング付き)

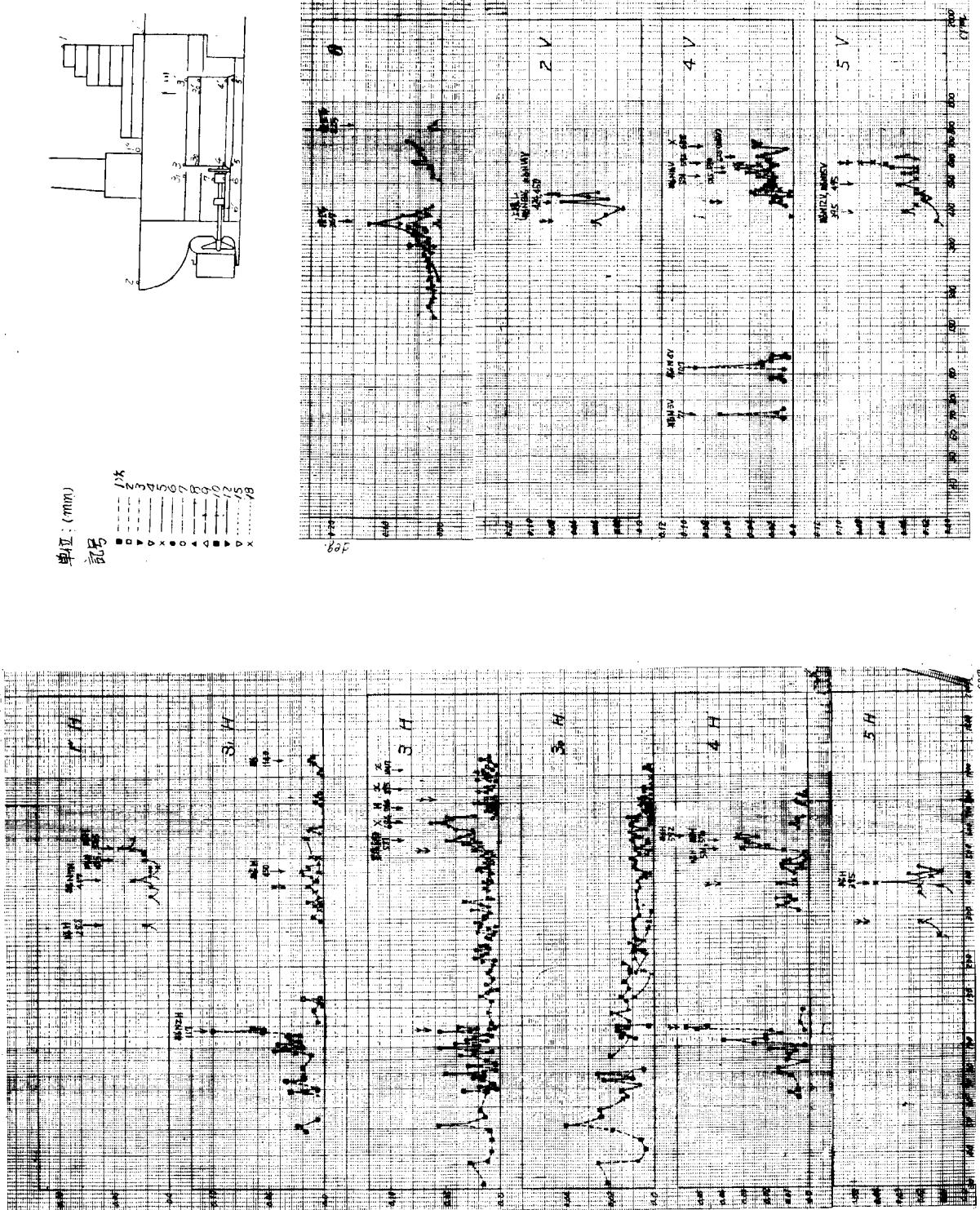


図1.8.3 機関構造振動と船体振動の関係（満載、ブレーシング付き）

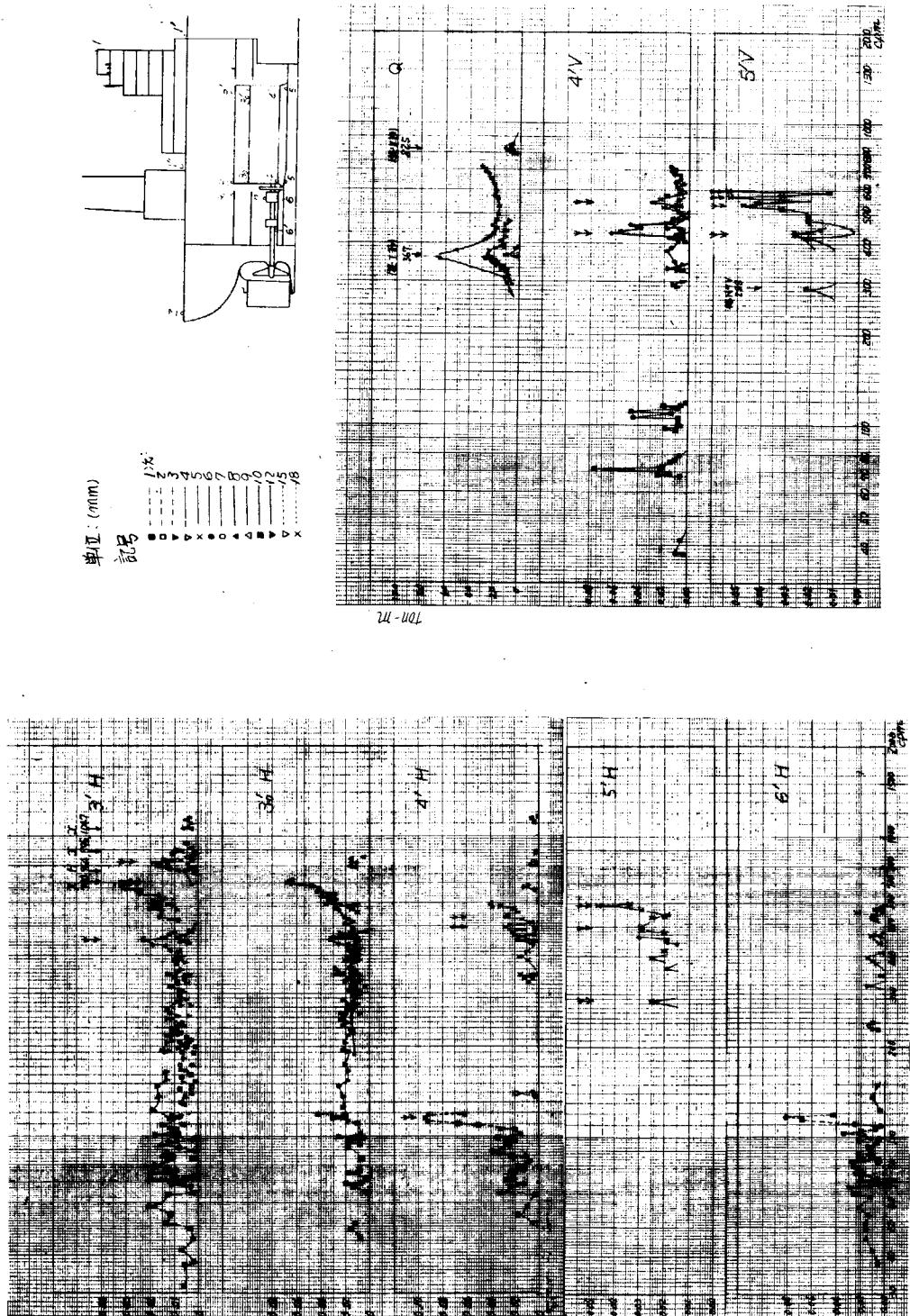


図 1.8.3 機器架構振動と給体振動の関係(満載、ブレーキング付き)

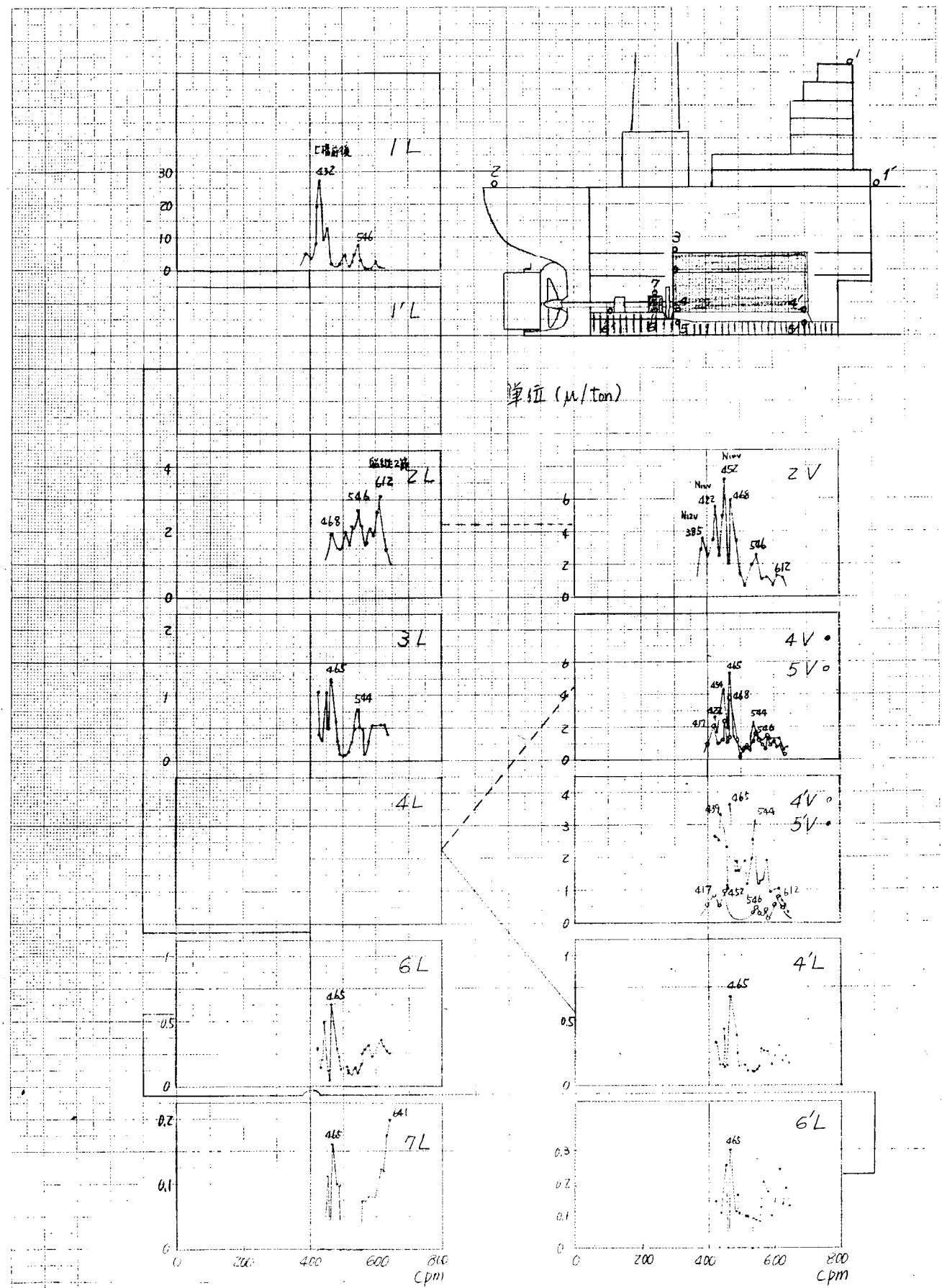


図 1.8.4 船体前後方向起振実験(滿載、ブレーキング付)

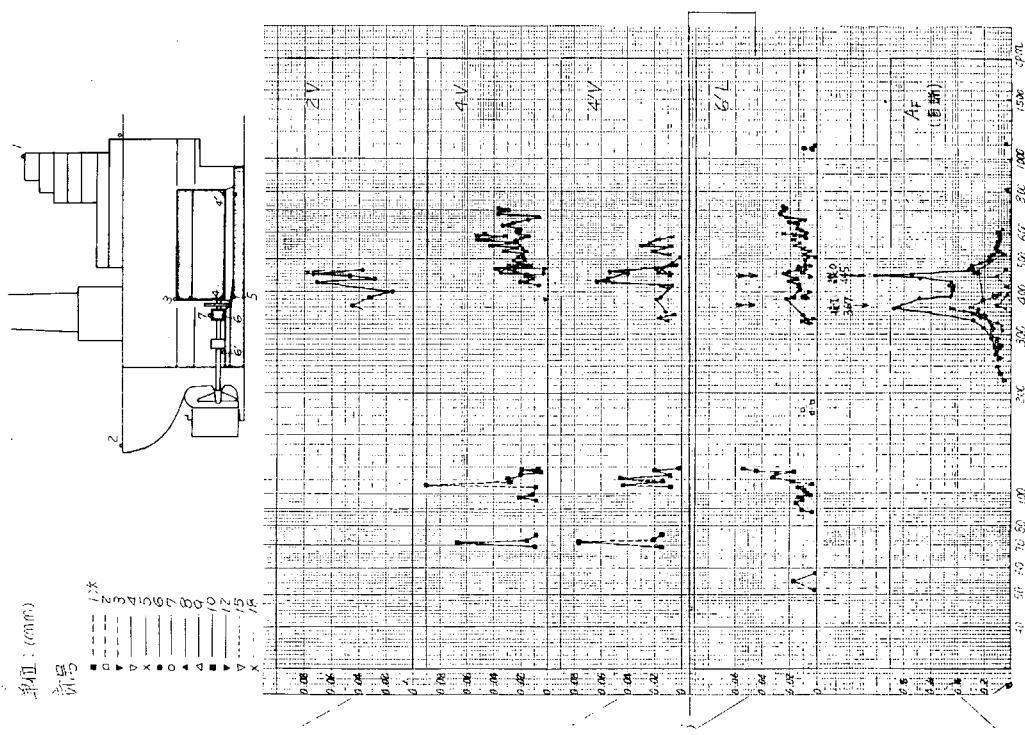
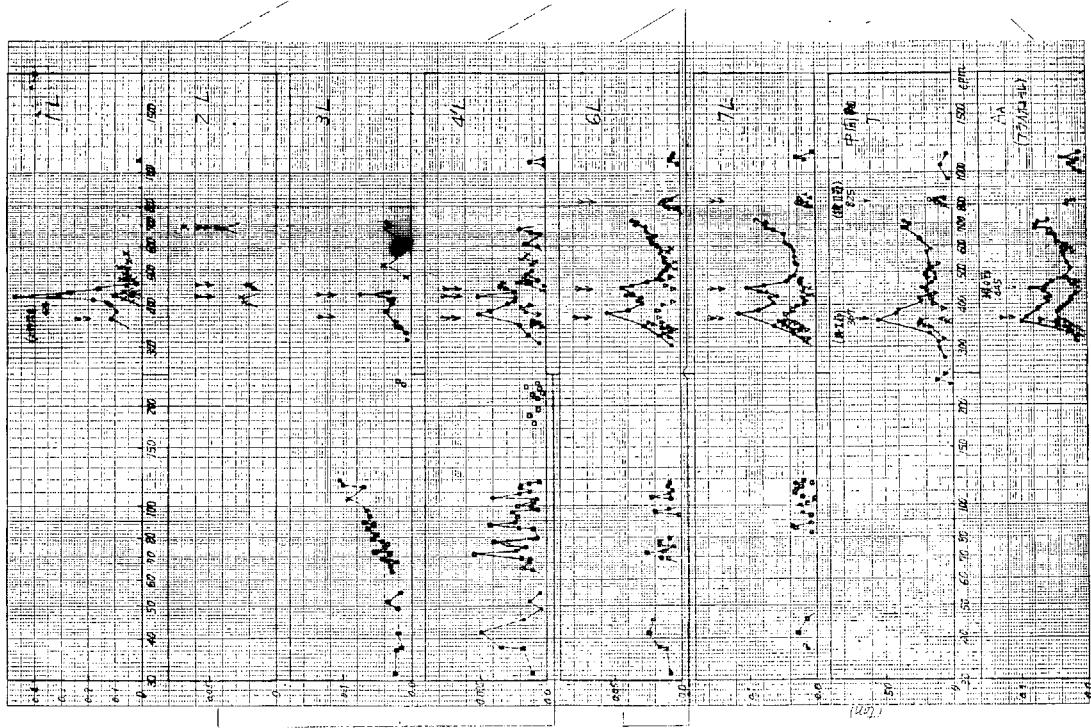


図1.8.5 軸系運動と船体運動の関係(満載、ブレーシング行き)

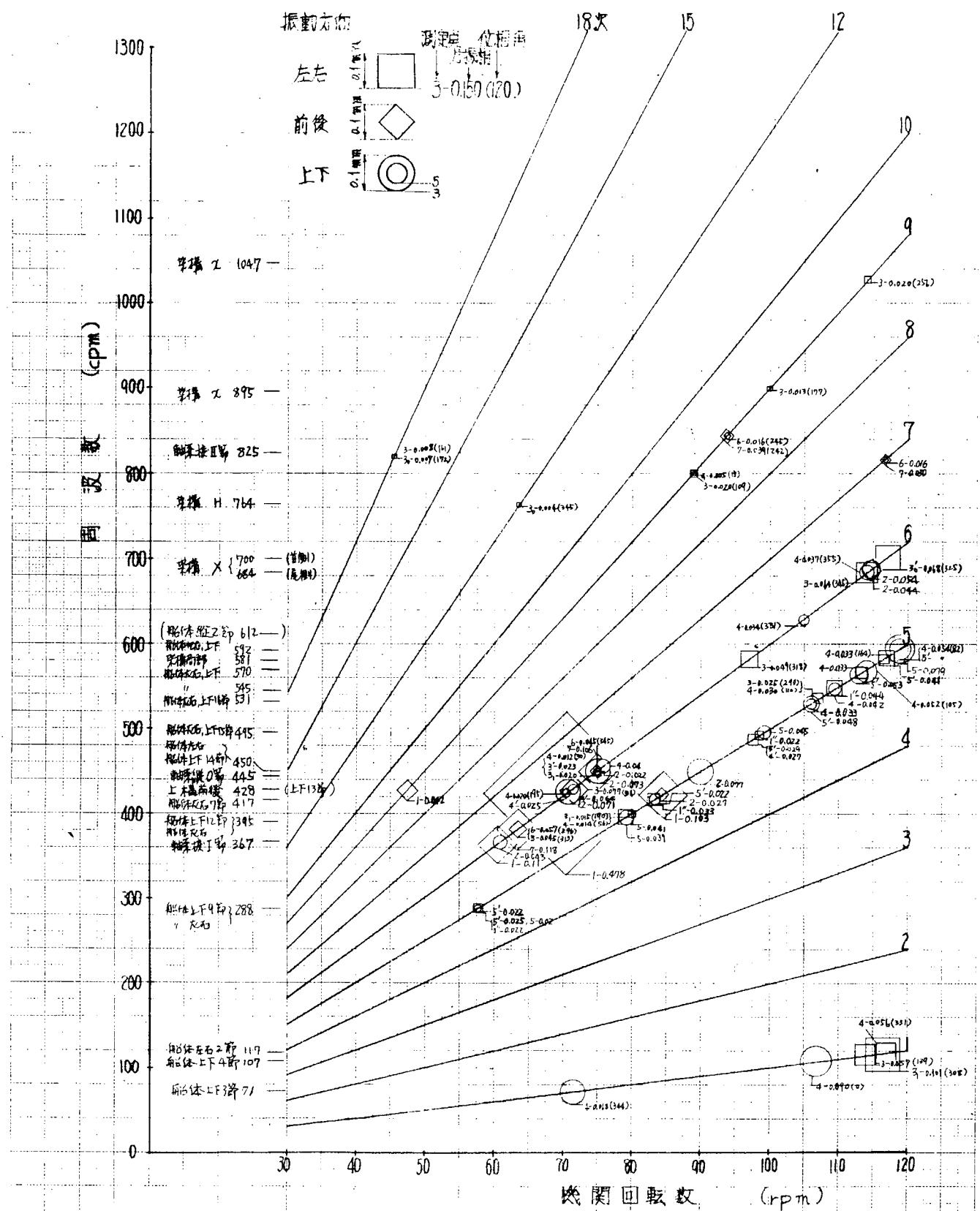


図 1.8.6 ピーク一覧図 (S.M.4.2-I、満載、ブレーキング付き、運転時)

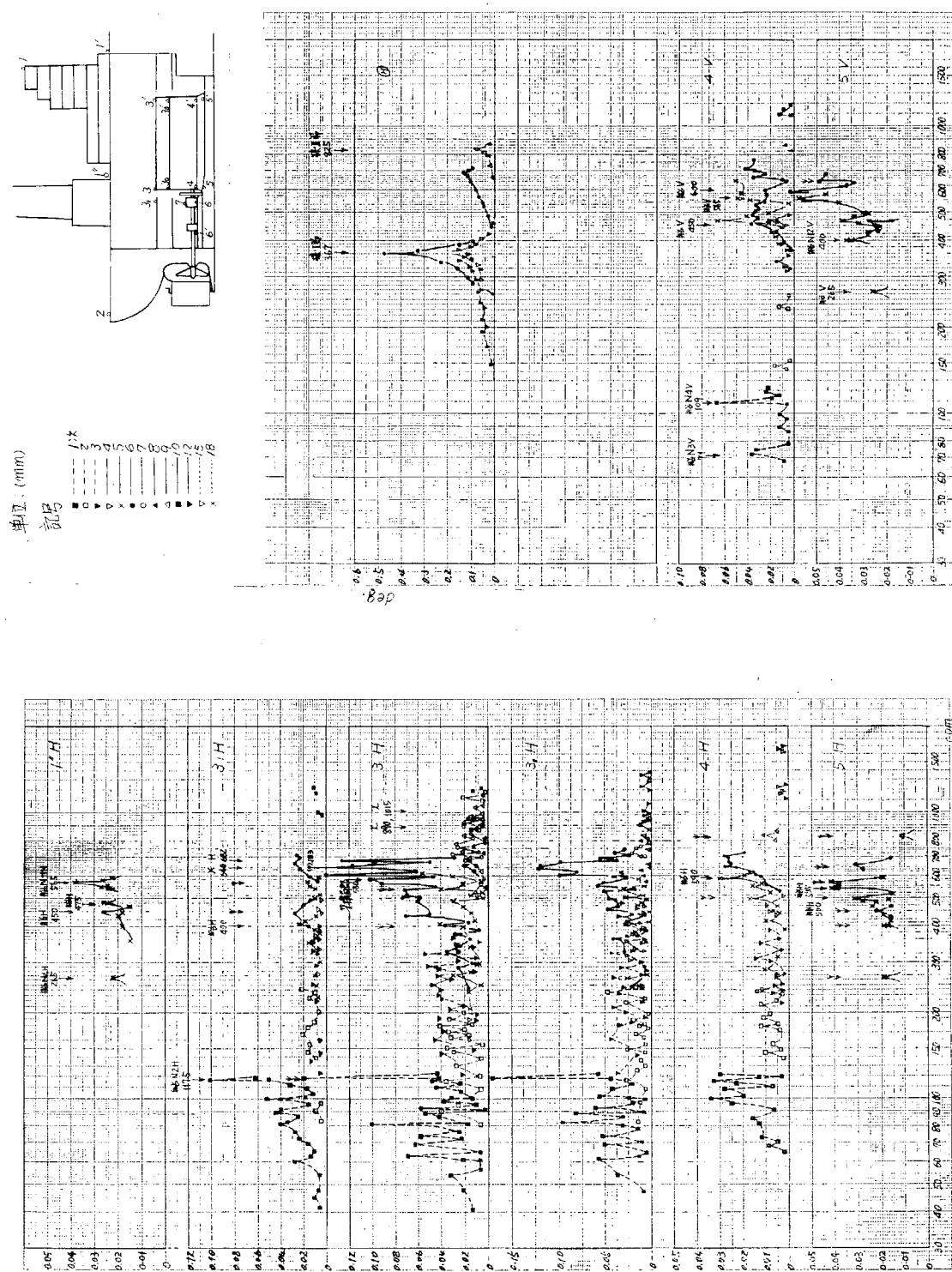


図1.8.7 機関架構運動と全体振動の関係(溶接、ブレーンンク除去)

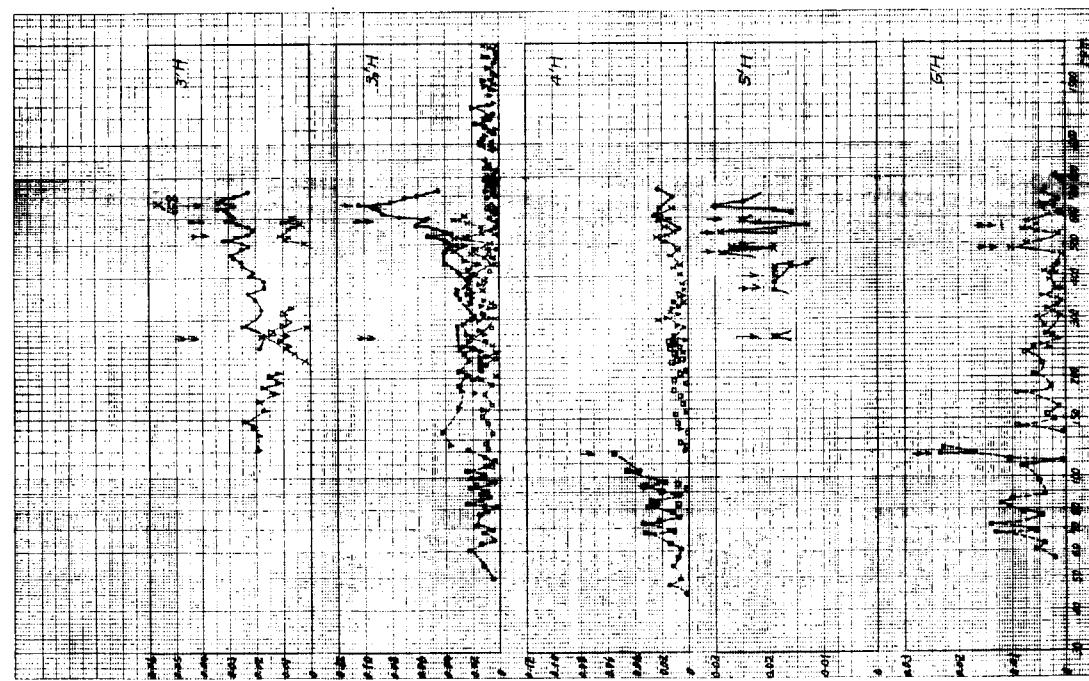
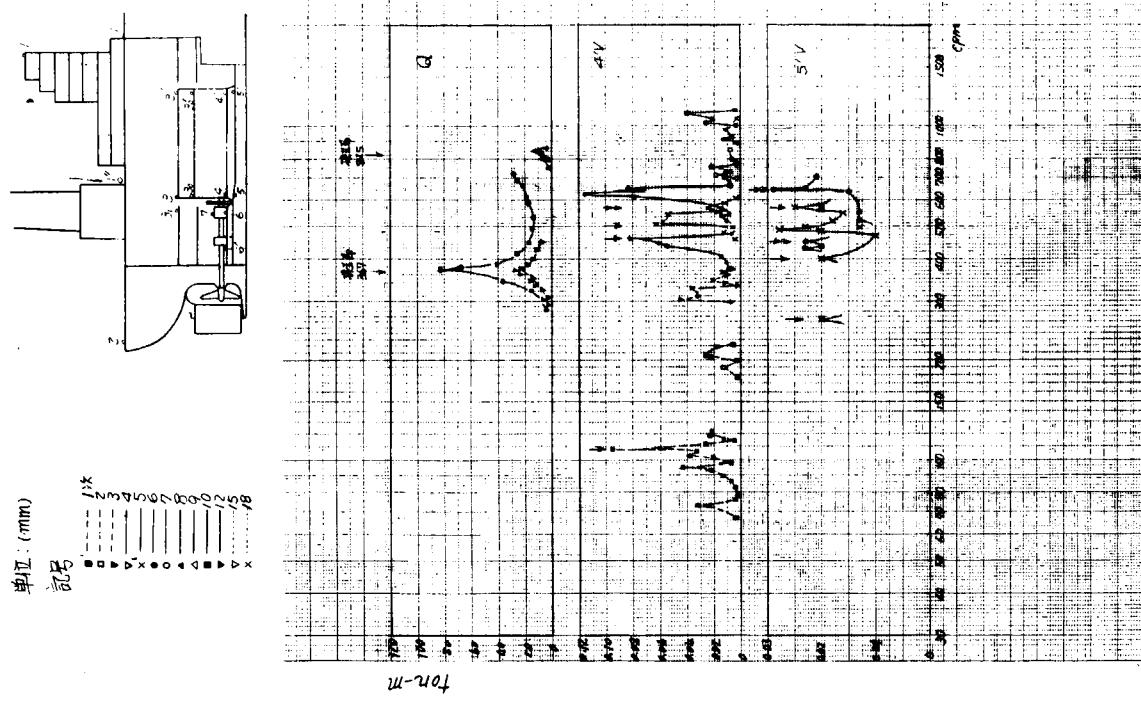
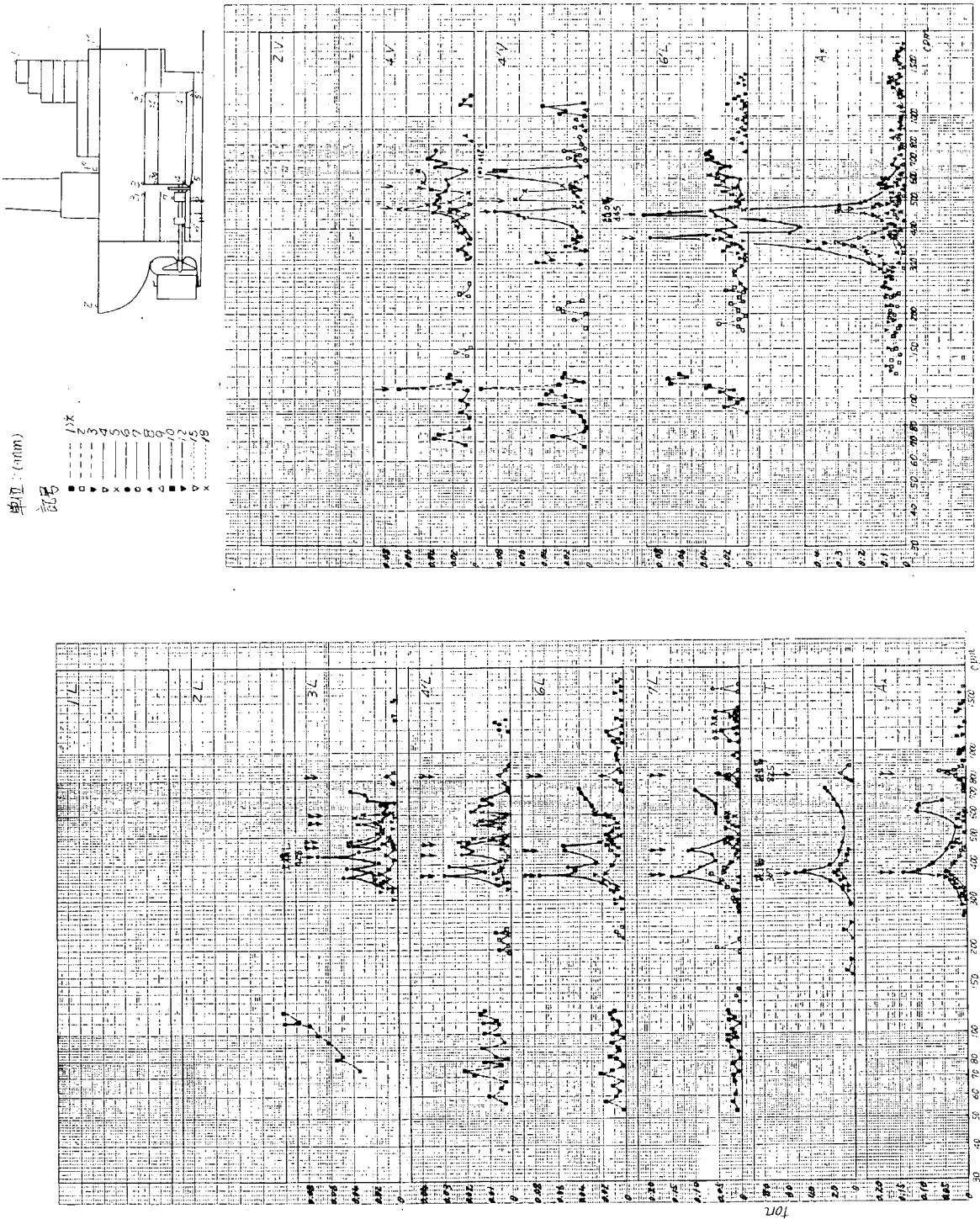
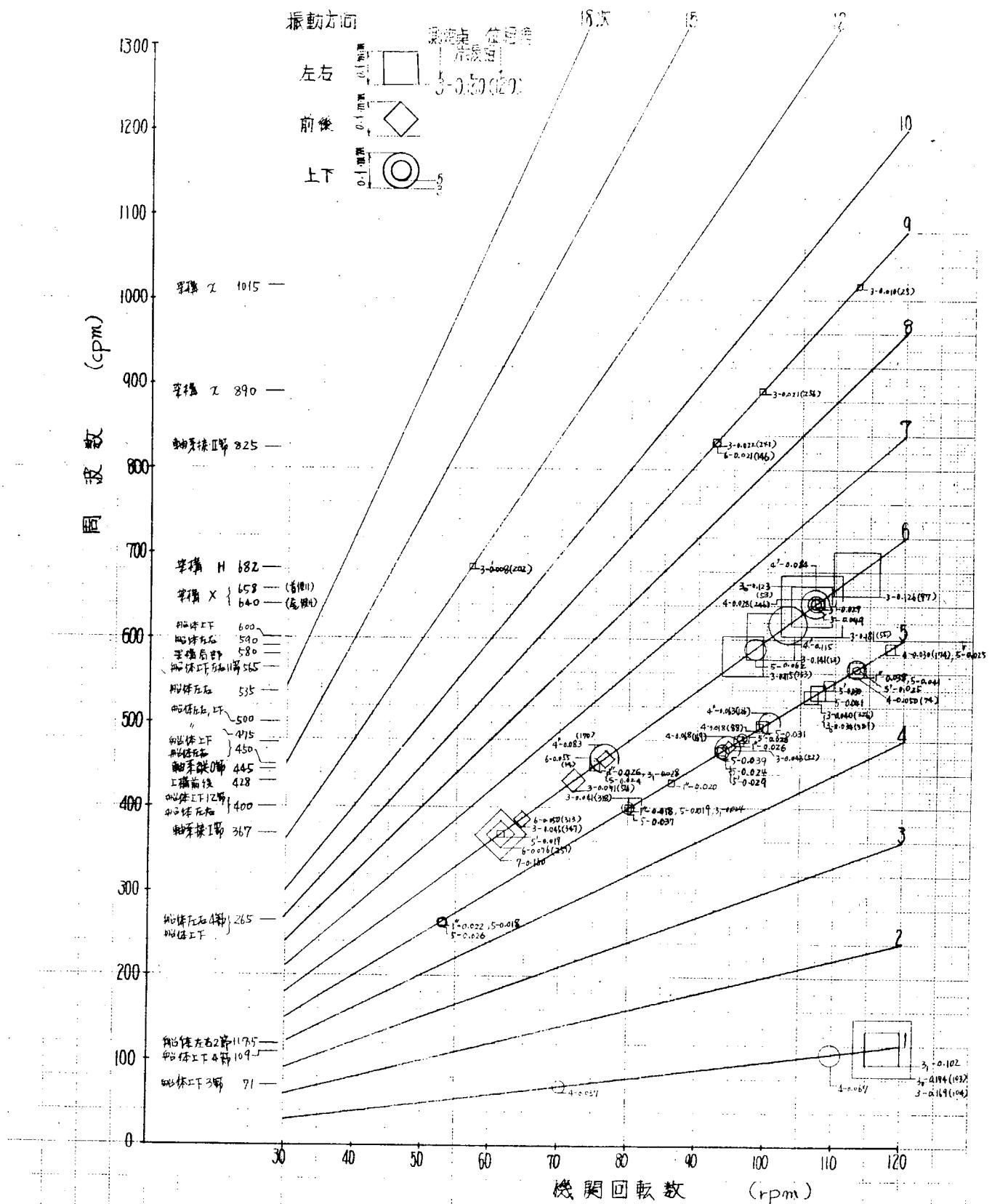


図 1.8.7' 機関架振動と給体振動の関係（満載、ブレーキング除去）





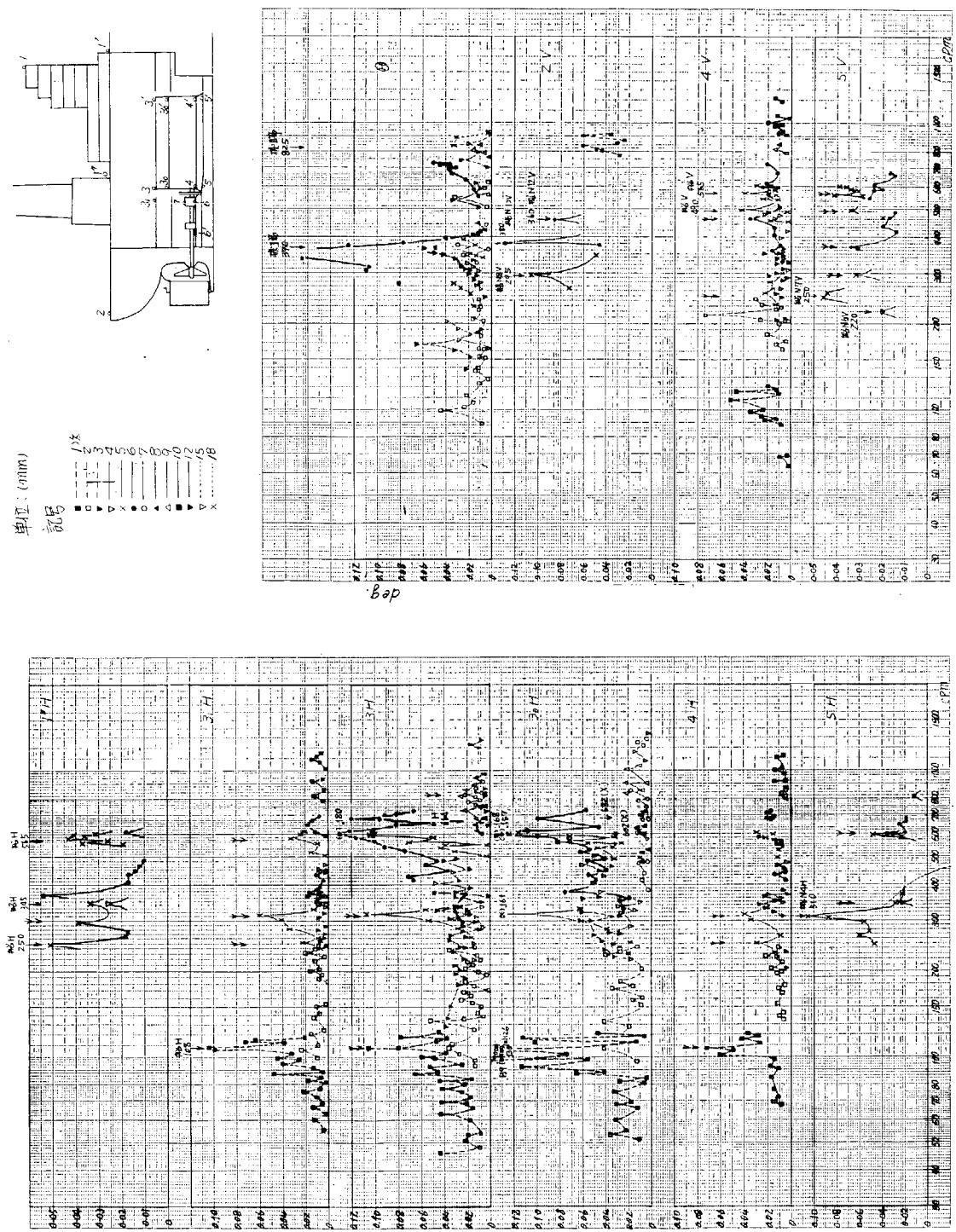


図 1.8.10 機関架構振動と総体振動の関係(半載、ブレーキング除去)

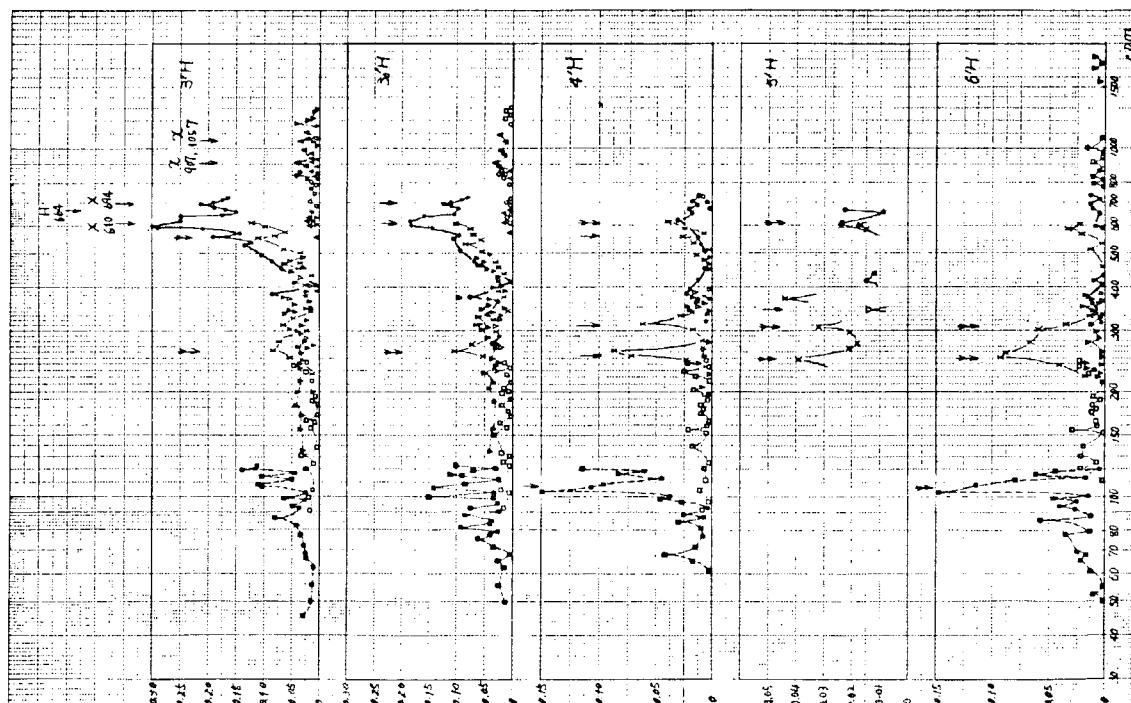
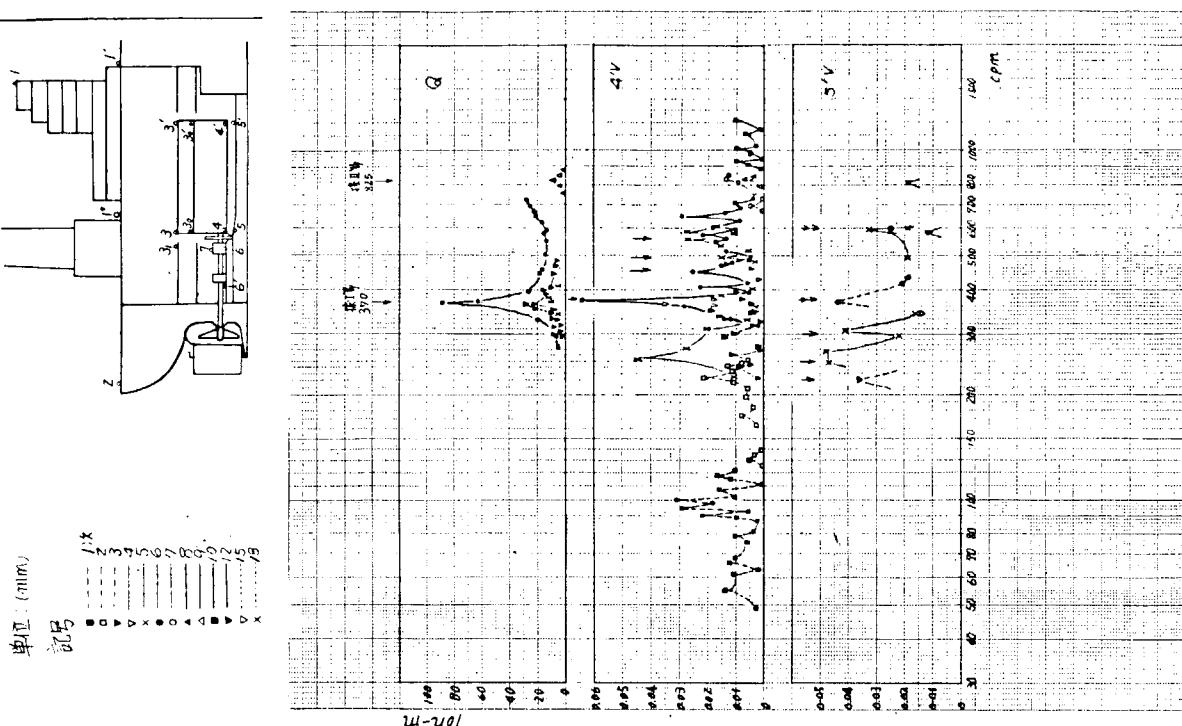


図18-10 機器架構振動と船体運動の関係(半載、ブレーシング除去)

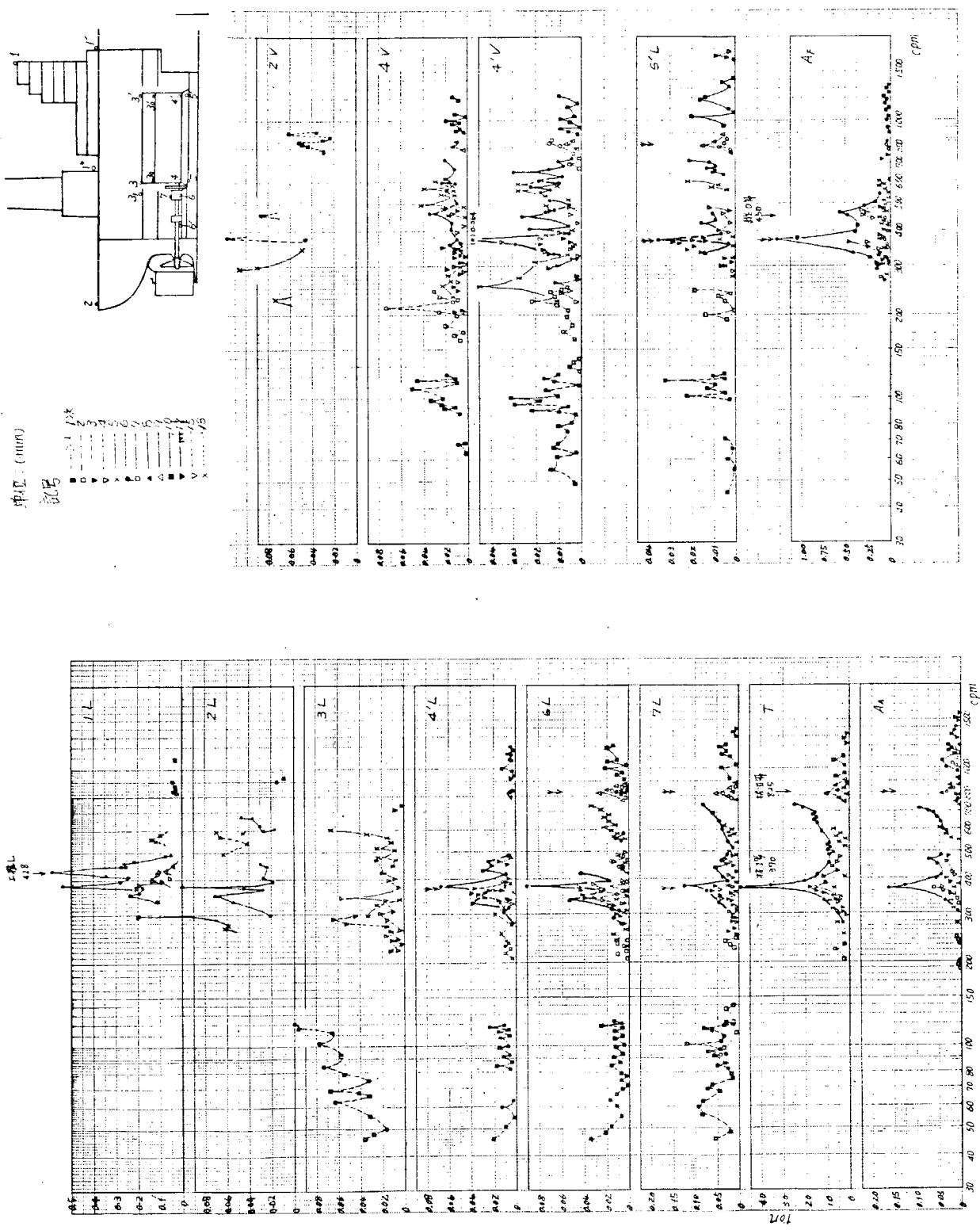


図 1.8.11 軸系振動と船体振動の関係(半載、ブレーキング除去)

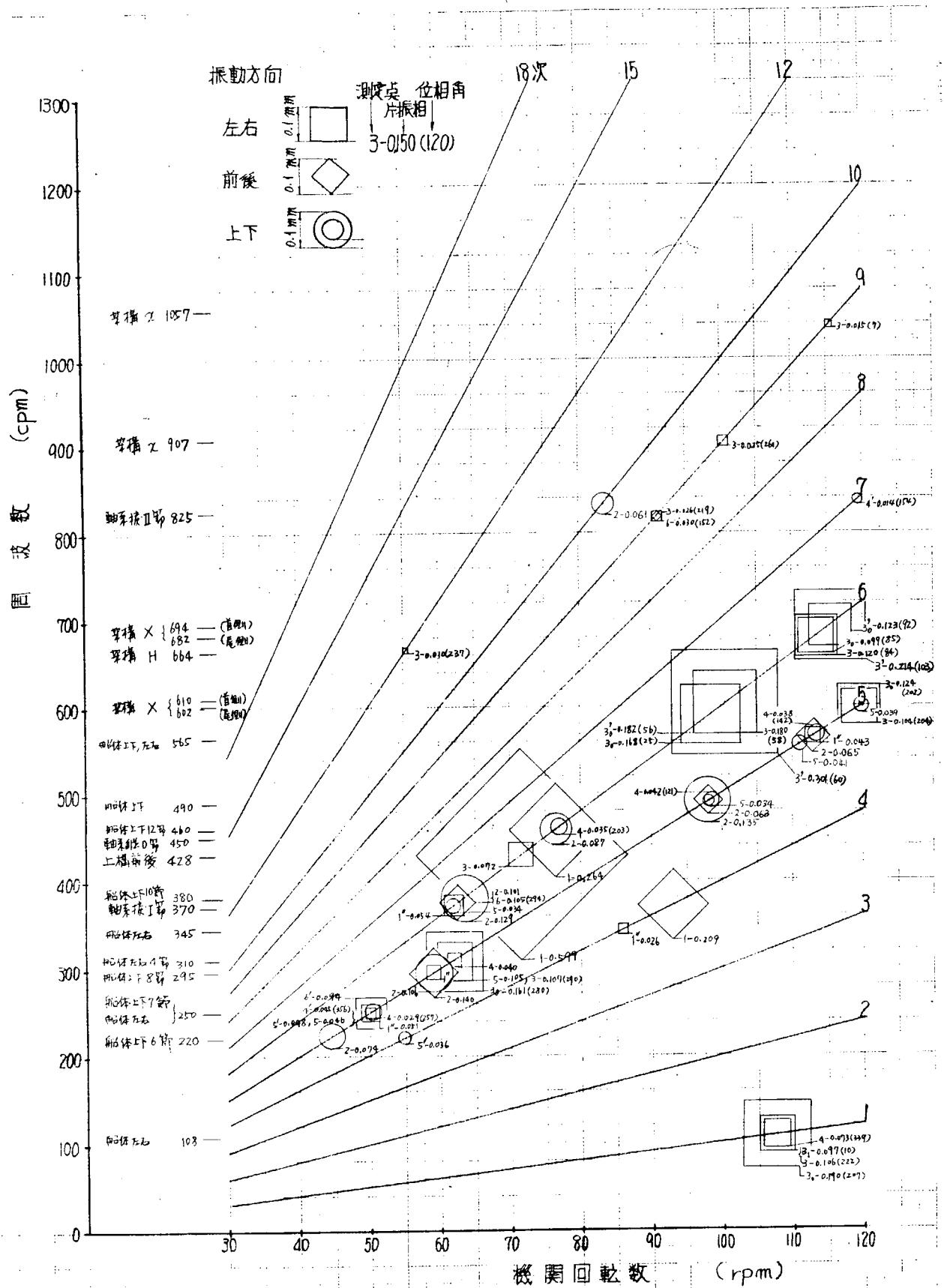


図 1.8.1.2 ピーク一覧[2] (B.4.2-I、半載、ブレーシング除去、逆航時)

## [ 機関架構および軸系振動と船体振動の関連の検討 ]

各実験条件ごとにピークの関連を検討する。

### (1) 満載、ブレーキング付き

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) 低次の船体振動はあまり大きくないが、 $117 \text{ cpm}$  にて1次の船体左右2節振動が存在し、そのとき架構上部および架台ともに振動は大きい。しかし $3'H$ にはピークは現われていない。 $(3_1H/3H = 1.8, 4H/3H = 1.0)$
- 2) 5次の船体上下、左右振動が $288 \text{ cpm}, 395 \text{ cpm}, 495 \text{ cpm}, 531 \text{ cpm}, 545 \text{ cpm}, 570 \text{ cpm}, 592 \text{ cpm}$ にて存在するが（最大振幅 $0.08 \text{ mm}$ ）、これらによつて生ずる架構の振動はほとんど見られず、わずかに $531 \text{ cpm}$ で $3H$ にてピークが現われ、 $4V/3H = 1.46, 4H/3H = 1.36$ である。
- 3)  $450 \text{ cpm}$ において、6次の船体上下、左右振動があり、このとき $3'H$ にてピークが現われている。 $(3_1H/3H = 0.87, 4H/3H = 0.52)$ 、この場合 $445 \text{ cpm}$ にて軸系縦0節振動がありその影響も受けている。
- 4)  $417 \text{ cpm}$ にて5次の船体振動（船体左右7節）が存在する( $1''H$ )が、架構に及ぼす影響はほとんどない。
- 5)  $428 \text{ cpm}$ にて6次の上部構造前後振動があるが（船体上下13節振動 $424$ と重疊している）、そのとき、船体および二重底前後振動はわずかに $(6L/1L = 0.08)$ 存在しているが、架構横振動には影響ない。
- 6) 起振実験の結果では $612 \text{ cpm}$ にて船体縦2節の振動が存在するが、運転時にはそのピークは現われていない。

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) 架構X形振動のピークは架構の前端、後端で異なり $3'H$ で $700 \text{ cpm}$ （6次）、 $3H$ で $684 \text{ cpm}$ （6次）である。そのとき架台部の横および上下振動はわずかに見られるが、船体横、上下振動への影響はほとんどない。（振幅比で $4H/3H = 0.12, 4'H/3H = 0.20, 4V/3H = 0.55$ ）しかし、このとき架構、二重底部、上甲板に前後振動がわずかに現われている。 $(2L/3H = 0.68, 3L/3H = 0.59, 6'L/3H = 0.40)$
- 2) 架構H形振動（ $764 \text{ cpm}$ , 12次）、 $\times$ 形振動（ $895 \text{ cpm}, 1047 \text{ cpm}$ ）はきわめて小さく船体に及ぼす影響はみられない。

#### 軸系振動が船体、機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり1節振動（ $367 \text{ cpm}$ , 6次）により、上部構造前後振動にてピークが現われ（ $1L/7L = 1.0$ ）、また、そのとき架構前後振動もわずかに現われ（ $3L/7L = 0.31$ ）ているが、架構横振動には影響ない。
- 2) 軸系縦0節振動（ $445 \text{ cpm}$ , 6次）に対しては、船体振動 $450 \text{ cpm}$ に接近していることもあつて、二重底および船体の上下振動が現われ（ $2V/7L = 0.70, 4V/7L = 0.35, 4'V/7L = 0.61$ ）、また、架構横振動もわずかに見られ（ $3H/7L = 0.17, 3'H/7L = 0.22$ ）る。なお、船体前後振動にはその影響が現われているが振幅比は、 $2L/7L = 0.21, 4'L/7L = 0.17$ であり小さい。
- 3) 軸系ねじり2節振動（ $825 \text{ cpm}$ ）に対しては架構の横振動が表われ、 $3H/7L = 0.82$ であるが船体への影響は見られない。

### (2) 満載・ブレーキング除去

#### 船体振動が機関架構振動に与える影響

- 1) 低次の船体上下振動として、 $71 \text{ cpm}$ （3節、1次）、 $109 \text{ cpm}$ （4節、1次）があるが、これによる架構横振動に対する影響はないようである。
- 2) 低次の船体左右振動として $117 \text{ cpm}$ （2節、1次）があるが、このとき架構横振動（ $3H$ ）にてピークが現われている。 $(3'H/3H = 0.63, 4H/3H = 0.21)$ 。
- 3)  $265 \text{ cpm}, 400 \text{ cpm}, 565 \text{ cpm}$ にて5次の船体左右、上下振動が存在するが、それの架構に及ぼす影響は余りない。

例えば 265 cpm で  $5H/3H = 0.63$ 、 $1''H/3H = 0.73$ 、 $5V/3H = 0.87$

400 cpm で  $5H/3H = 0.48$ 、 $1''H/3H = 0.45$ 、 $5V/3H = 0.92$

である。

- 4) また、500 cpm、535 cpm、590 cpmにおいて二重底部に5次の左右振動が存在し、そのとき架構横振動にピークが見られるが小さい。たとえば、535 cpm で  $5H/3H = 1.01$  である。
- 5) 450 cpm に 6 次の船体振動があり、このとき架構横振動がわずかに見られるが、その影響は小さい ( $1''H/3'H = 0.90$ 、 $3_1H/3'H = 0.97$ )。なお、このとき軸系縦 0 節振動 445 cpm も影響している。
- 6) 428 cpm に上部構造前後振動がある。このとき架構前後振動にピークが見られるがその他への影響はない。

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) この場合も架構 X 形振動のピークは架構の前端、後端で異なり、3H で 640 cpm (6 次)、3'H で 658 cpm (6 次) である。このとき架台部、二重底部に上下および左右振動が見られるが、船体左右振動 ( $1''H$ 、 $3_1H$ ) にはほとんど影響していない。 $(5H/3H = 0.17$ 、 $4H/3H = 0.15$ 、 $4'V/3H = 0.46$ 、 $5V/3H = 0.27$ 、 $5'V/3H = 0.16$ )
- 2) 架構 H 形振動 (682 cpm、12 次)、x 形振動 (890、1015 cpm) はきわめて小さく船体への影響はない。

#### 軸系振動が船体、機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり 1 節振動 (367 cpm、6 次) による影響は架構、架台の前後振動にわずかに見られる ( $3L/7L = 0.32$ 、 $4'L/7L = 0.20$ 、 $6L/7L = 0.5$ )。また、このとき架構の横振動も架構前端に現われ  $3'H/7L = 0.15$  となつている。
- 2) 軸系縦 0 節振動 (445 cpm、6 次) は船体振動 450 cpm (6 次) と重畠して二重底、架構に影響を及ぼし ( $4'L/7L = 0.19$ 、 $6'L/7L = 0.29$ 、 $4V/7L = 0.32$ 、 $4'V/7L = 0.71$ 、 $5'V/7L = 0.20$ 、 $3L/7L = 0.61$ 、 $3'H/7L = 0.24$ 、 $5H/7L = 0.19$ ) ている。
- 3) 軸系ねじり 2 節振動 (825 cpm、9 次) に対しては架構、架台、二重底の横、前後振動が現われ ( $3L/7L = 0.20$ 、 $4'L/7L = 0.10$ 、 $3H/7L = 0.40$ 、 $4H/7L = 0.22$ 、 $5H/7L = 0.22$ ) いるが、上下振動、船体上部の横振動への影響はない。

#### (3) 半載、ブレーシング除去

#### 船体振動が機関架構に与える影響

- 1) 108 cpm に 1 次の船体左右振動がありこのとき架構にも横振動が現われている。振幅比をとると、 $3_1H/3H = 0.98$ 、 $4H/3H = 0.68$  である。
- 2) 220 cpm において二重底に 4 次の上下振動 (船体上下 6 節) があるが、これによる架構横振動への影響はない。
- 3) 250 cpm に 5 次の船体振動があり、そのとき架構首端横振動にピークがみられる。 $(5V/3'H = 0.54$ 、 $4H/3'H = 0.34$ 、 $3_1H/3'H = 0.26$ 、 $1''H/3'H = 0.6$ 、 $4'V/3'H = 5'V/3'H = 0.53$ )
- 4) 295 cpm に 5 次の船体上下 8 節振動があり (2V で振幅 0.106 mm)、5'V (振幅 0.041 mm)、5V (振幅 0.031 mm) にわずかにその影響が現われているが架構横振動にはほとんど影響ない。
- 5) 310 cpm、590 cpm に 5 次の船体左右振動があるが、架構横振動はその影響を受け、  
310 cpm で、 $1''H/3H = 0.36$ 、 $3_1H/3H = 0.55$ 、 $4H/3H = 0.37$ 、 $5H/3H = 0.96$   
590 cpm で、 $1''H/3H = 0.42$ 、 $3_1H/3H = 0.31$ 、 $5H/3H = 0.46$   
また、590 cpm では、二重底上下振動にもピークが現われ、 $5'V/3H = 0.32$  である。
- 6) 345 cpm に 4 次の船体左右振動があるが ( $1''H$  で振幅 0.026 mm) 架構にはほとんど影響していない。
- 7) 上部構造前後振動 (428 cpm、6 次) においては軸系縦 0 節 (445 cpm)、船体上下 12 節 (460 cpm) の影響を受けて架構横、二重底上下振動が現われているが、上部構造前後振動による影響は小さいであろう。

#### 架構振動が船体に与える影響

- 1) 架構 X 形振動は 2 個 (602～610 cpm および 682～700 cpm、6 次) 存在し、602～610 cpm では、二重底に上下、左右振動がわずかに現われ ( $5H/3H = 0.19$ 、 $5V/3H = 0.14$ )、また、船体上部にも小さなピークが

見られる。 $(1''H/3H = 0.1)$

682～700 cpm では架台部に左右振動がわずかに見られるほかは影響しない。

- 2) 架構 H 形振動 (664 cpm, 12 次), x 形振動 (907, 1057 cpm) はきわめて小さく船体への影響はない。

#### 軸系振動が機関架構に与える影響

- 1) 軸系ねじり 1 節振動 (370 cpm, 6 次) の影響は船体上下 10 節そして左右振動 (380 cpm) と重畠して上部構造、上甲板前後振動に顕著に現われ ( $1L/7L = 0.43$ ) ている。またこのとき船体上下 ( $2V/7L = 0.94$ )、左右 ( $1''H/7L = 0.43$ ) 振動、二重底の上下および横振動が現われ、架構横振動もわずかに現われている。 $(3H/7L = 0.38)$ 。

- 2) 軸系縦 0 節振動 (450 cpm, 6 次) が、船体上下 12 節振動 (460 cpm) と重なつてゐるため、上下振動は大きく現われているが、架構横振動への影響は小さいであろう。

- 3) 軸系ねじり 2 節振動 (825 cpm, 9 次) は架台の上下振動および架構横振動にわずかに現われている ( $4V/7L = 0.28$ 、 $3H/7L = 0.52$ 、 $6L/7L = 0.54$ ) だけで船体振動への影響はない。

次に、実験条件による検討を行なう。

- 1) ブレーキングを付けることにより、架構の共振振動数が増加し、H 形で 12%、X 形で 6～7%、x 形で 1～3% の増加を示している。

また、X 形振動において振幅は大幅に減少している。

- 2) ブレーキングを付けた状態で満載より半載にすると架構の共振振動数は H 形で 3% 減少、x 形で 2～4% 増加しているが X 形においては、2 個の共振振動数が現われている。

また、X 形振動においてその振幅は、半載にすると、架構上部でわずかに増加するのに対し架台部では大幅に増加している。

- 3) 船体振動においては、半載のほうが振動は大きく、ことに二重底の横振動が大きい。

- 4) 軸系振動により誘起される船体振動は満載のほうが小さい。

- 5) 軸系振動においては、ねじり 1 節振動は上部構造の前後振動に、ねじり 2 節振動は架構の横振動に、縦 0 節振動は船体上下振動に影響する割合が大である。

1.9 SHIP No. 42.— J

SHIP NO.	42-J
BUILDER	MITSUBISHI YOKOHAMA

PARTICULARS OF SHIP

H U L L		M A I N   E N G I N E													
KIND & TYPE	TANKER FLUSH DECKER	KIND & TYPE	DIESEL, 9RD90												
CLASS	AB	NUMBER	1												
CONSTRUCTION	LONG SYSTEM	POSITION OF ENG.	AFT												
Loa	250m 00	B.H.P. (MCR)	20,700 PS												
Lpp		R.P.M. (MCR)	123												
Bmld	37m 20	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub> 0												
Dmld	18m 50		F <sub>v2</sub> 0												
d full	14m 021		F <sub>H</sub> 0												
△full	104,826 LT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> 44.2 t-m												
D.W.	88,279 LT		M <sub>v2</sub> 74.6 t-m												
C <sub>b</sub> full	0.893		M <sub>H</sub> 44.2 t-m												
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub> 345,300,000 mm <sup>2</sup> -m <sup>2</sup>	P R O P E L L E R													
	I <sub>H</sub>	NUMBER	1												
WEB AREA	A <sub>v</sub> 1,451,000 mm <sup>2</sup>	NUMBER OF BLADES	5												
	A <sub>H</sub> 2,248,000 mm <sup>2</sup>	DIAMETER	6m 400												
		<table border="1"> <tr> <td>a<sub>1</sub>/D<sub>P</sub></td> <td>28.1 %</td> </tr> <tr> <td>a<sub>2</sub>/D<sub>P</sub></td> <td></td> </tr> <tr> <td>b<sub>1</sub>/D<sub>P</sub></td> <td>26.4 %</td> </tr> <tr> <td>b<sub>2</sub>/D<sub>P</sub></td> <td>26.6 %</td> </tr> <tr> <td>c/D<sub>P</sub></td> <td>26.9 %</td> </tr> <tr> <td>d/D<sub>P</sub></td> <td>∞ %</td> </tr> </table>		a <sub>1</sub> /D <sub>P</sub>	28.1 %	a <sub>2</sub> /D <sub>P</sub>		b <sub>1</sub> /D <sub>P</sub>	26.4 %	b <sub>2</sub> /D <sub>P</sub>	26.6 %	c/D <sub>P</sub>	26.9 %	d/D <sub>P</sub>	∞ %
a <sub>1</sub> /D <sub>P</sub>	28.1 %														
a <sub>2</sub> /D <sub>P</sub>															
b <sub>1</sub> /D <sub>P</sub>	26.4 %														
b <sub>2</sub> /D <sub>P</sub>	26.6 %														
c/D <sub>P</sub>	26.9 %														
d/D <sub>P</sub>	∞ %														

DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	900 mm	TEST $\Delta\zeta$			
	PISTON STROKE	1,550 mm	LOAD CONDITION	FULL LOAD		
	CYL. NUMBER	9	BRACINGS	WITH OUT		
FIRING ORDER	1-6-7-3-4-9-2-5-8		DATE	Nov. 8 1967		
			PLACE	SAGAMI BAY		
VECTOR SUMMATION H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9, 18 ORDER 9.000	WEATHER	FINE		
	X-TYPE	1, 8, 10, 17 " 0.119	SEA CONDI.	SLIGHT ~ SMOOTH		
		2, 7, 11, 16 " 0.386	DEPTH OF WATER	ABOUT 1.000 m		
		3, 6, 12, 15 " 3.985	$\triangle$ test	95.747 LT		
		4, 5, 13, 14 " 1.281	df	12m86		
			dm	12m85		
OTHER			da	12m83		
			PROPELLER IMMERSION	100 %		
MEASURING POINTS & INSTRUMENT						
MEASURING POINT & DIREC.			$\Delta\zeta$ OF POINTS	TYPE OF PICK UP		
2	H					
2'	V					
3	H			DISPLACEMENT		
3 <sub>0</sub>	H			METER		
5	V					
5'	V					

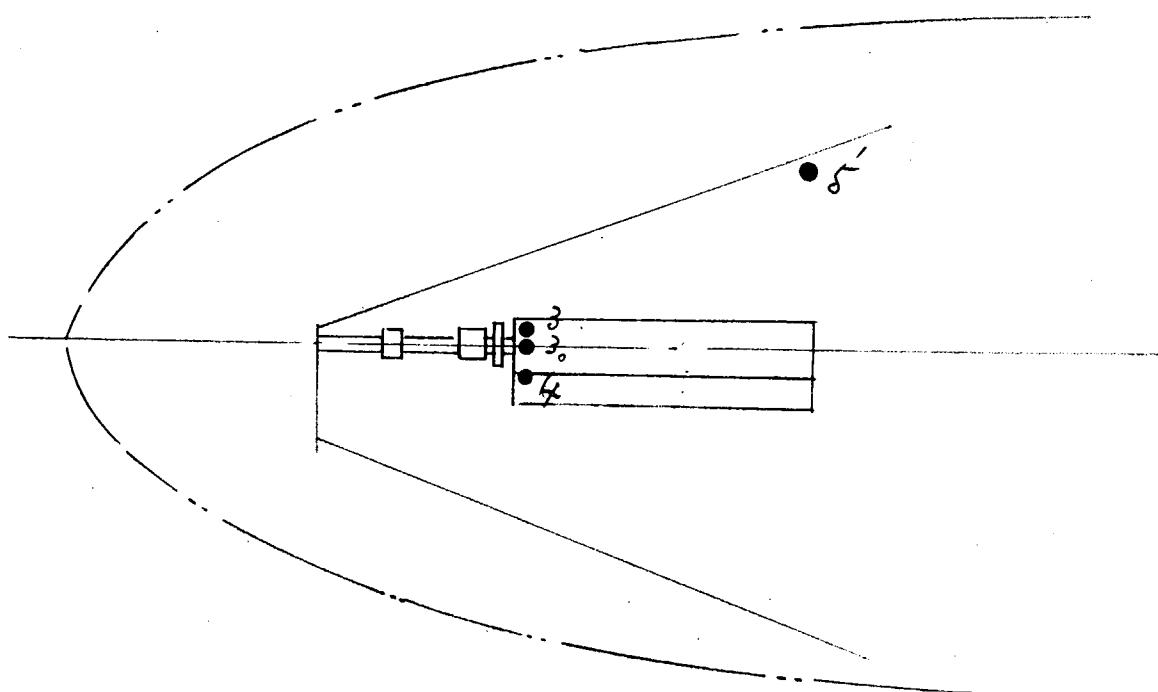
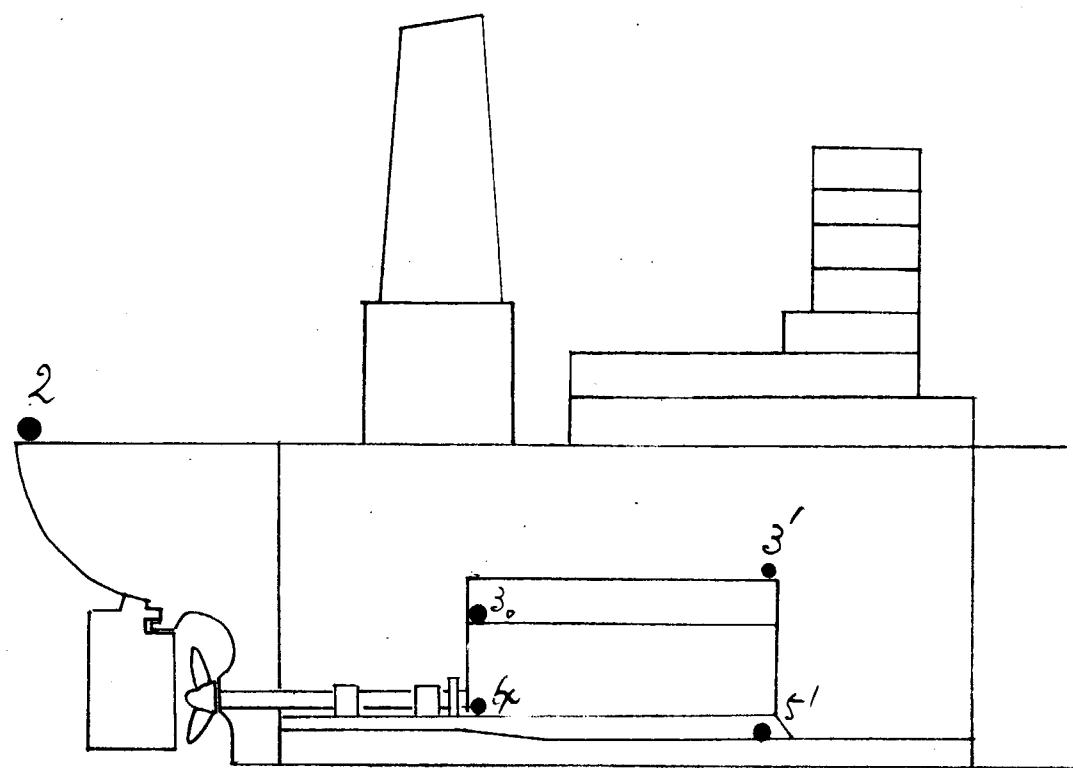


図 1.9.1 MEASURING POINTS

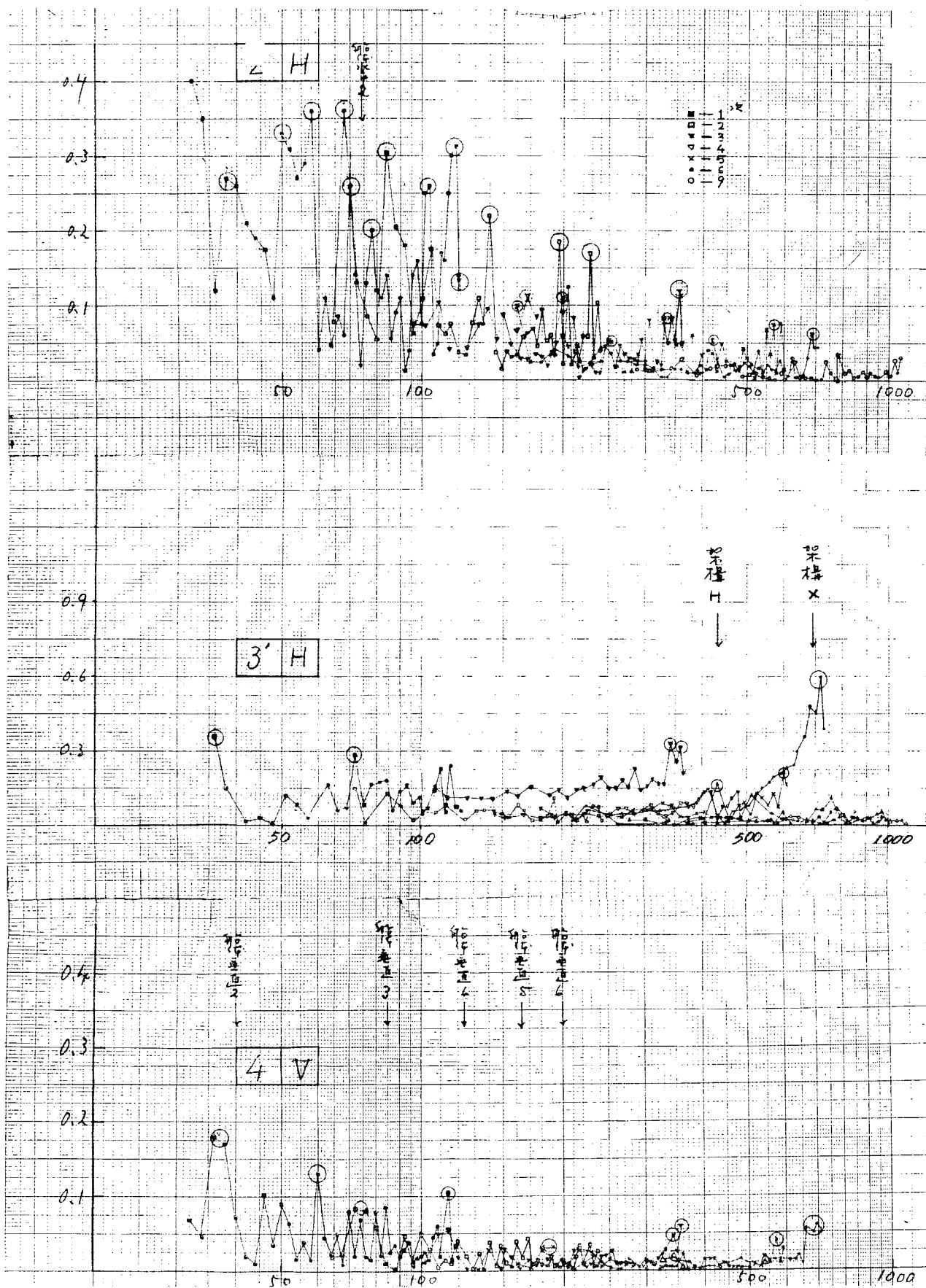


図 1.9.2

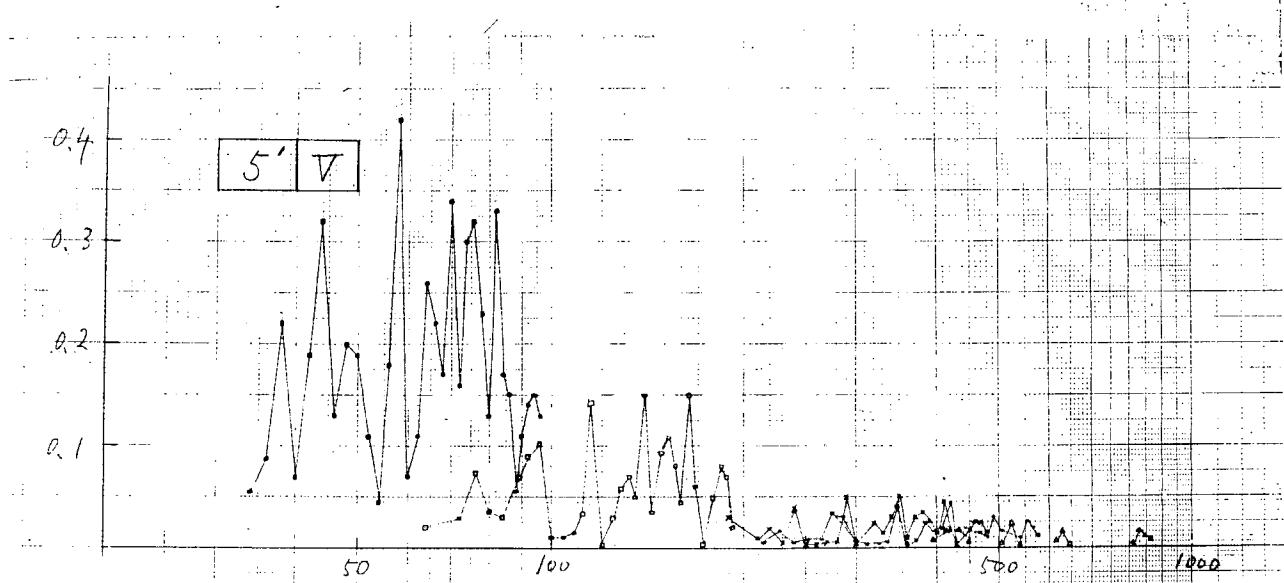
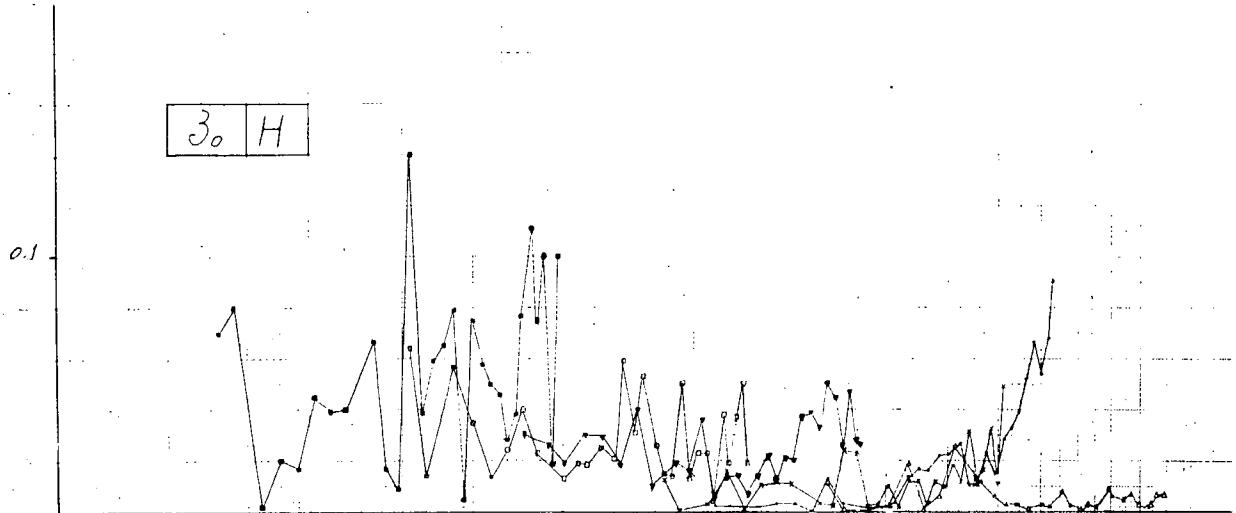


図 1.9.3

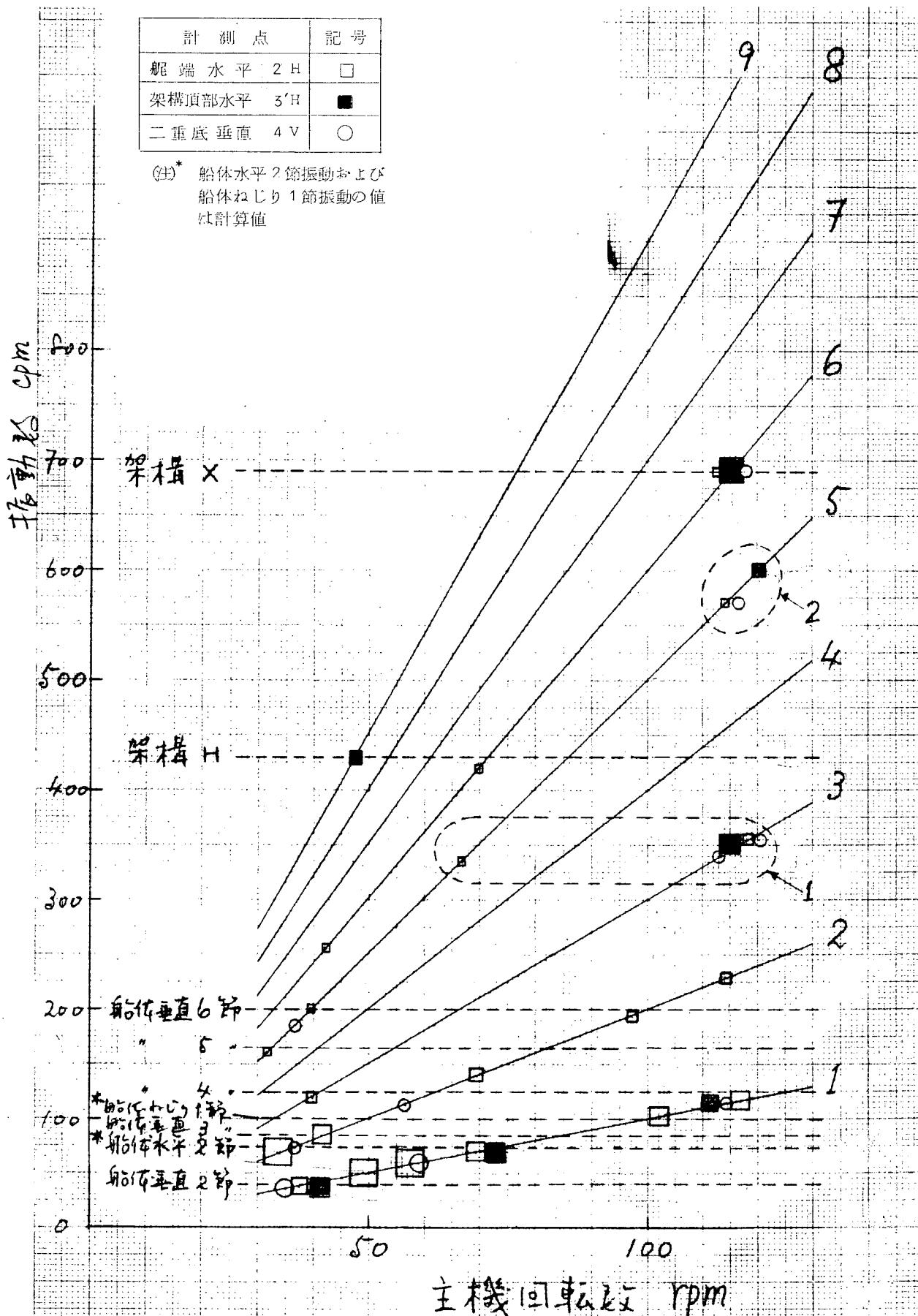


図 1.9.4

## [測定結果について]

H形振動は9次、X形振動は6次成分で起振される。

H形振動(48 rpm、9次)は、回転数の低いところであらわれ、起振力が小さいため振動振幅も小さく、船体におよぼす影響はつきりとは見られない。

X形振動(112.5 rpm、6次)時には架構振幅もかなり大きくなり、このとき、二重底上下、および船尾端水平振動にも共振点がみられる。その他35.0 cpmで3次、5次の成分および、58.0 cpm前後で5次成分のピークが、船尾端水平、二重底垂直、架構頂部水平でみられるが、これらは、いずれも船体振動によるものと推定される。

6 R D 9 0 機関および9 R D 9 0 機関の両方について共通していえることは、架構共振においてその振動が大きければ二重底上下、および船尾端水平にもその影響があらわれるということである。

## [参考]

船体水平固有振動数計算には次式を用いた。

$$f_2 = k_H^* \sqrt{\frac{I_{Hv}}{W_H^{**} L^3}} \cdot \frac{B}{D}$$

ただし、 $f_2$  : 2節振動数 cpm

$I_{Hv}$  :  $\triangle$ における水平軸まわりの断面二次モーメント  $m^4$

L : 船の長さ  $L_{PP}$  m

B : 船の幅 m

D : 船の深さ m

で実測船については、

### i) 6 R D 9 0、バルクキャリア

平均吃水 11.5 m

$W_H = 9,170,000$  ton

$k_H = 2.964 \times 10^6$

となり計算結果  $f_2 = 8.0$  cpm

### ii) 9 R D 9 0、タンカ

平均吃水 14.0 m

$W_H = 14,800,000$  ton

$k_H = 2.723 \times 10^6$

$f_2 = 7.45$  cpm

船体ねじれ固有振動数計算には、次式を用いた。

$$f = \frac{6.0}{2\pi} \sqrt{C \cdot \lambda} \sqrt{\frac{g \alpha J_0}{\Delta r_0^2 L (1+n)}}$$

$$* \quad k_H = 2.53 \times 10^5 \times C + 2.47 \times 10^6 \\ 7.94 \times 10^5 \times C + 2.17 \times 10^6$$

タンカ

$C = \triangle / \triangle_{full}$

バルクキャリア

$$** \quad W_H = \triangle \left( 1 + 1.1 \frac{d}{B} \right) \text{ ton}$$

$\triangle$  = 排水量 ton

d = 平均吃水 m

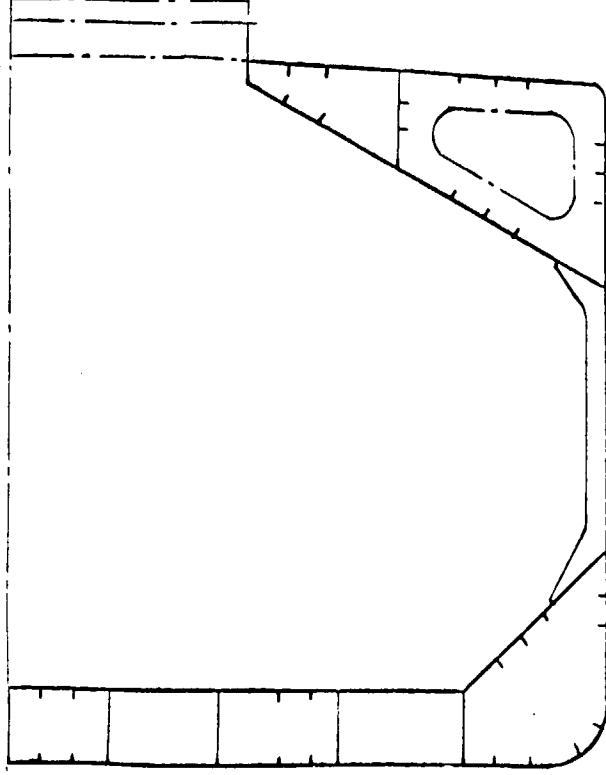
## 1.10 SHIP No. 42-K

SHIP NO.	S. 42-K
BUILDER	MITSUI(TAMA)

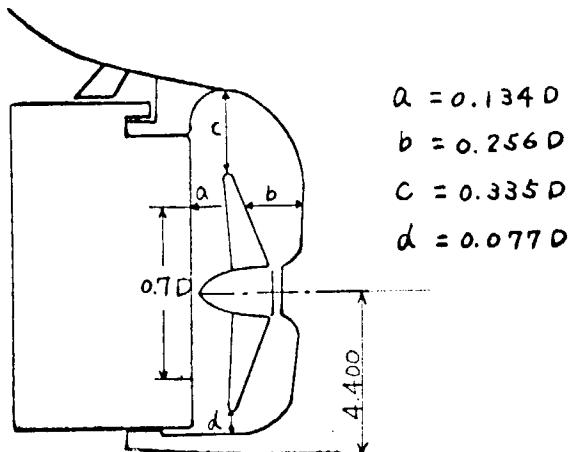
## PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	BULK CARRIER FLUSH DECKER	KIND & TYPE	MITSUI B & W 884VT2BF-180
CLASS	NK	NUMBER	1 SET
CONSTRUCTION	COMBINED SYSTEM	POSITION OF ENG.	AFT
Loa	230.00	B.H.P.	18,400PS
Lpp	220.00	R.P.M. (MCR)	114
Bmld	31.08	UNBALANCED FORCE	F <sub>v1</sub> 0
Dmld	18.45		F <sub>v2</sub> 0
d full	12.03		F <sub>H</sub> 0
△full	73,400 KT	UNBALANCED MOMENT	M <sub>v1</sub> 6
D.W.	60,150 KT		M <sub>v2</sub> 0
C <sub>b</sub> full	0.829		M <sub>H</sub> 28 t.m
MOMENT OF INERTIA	I <sub>v</sub> I <sub>H</sub>	PROPELLER	
WEB AREA	A <sub>v</sub> A <sub>H</sub>	NUMBER	1
		NO. OF BLADES	5
		DIAMETER	6.05

## SKETCH OF SECTION



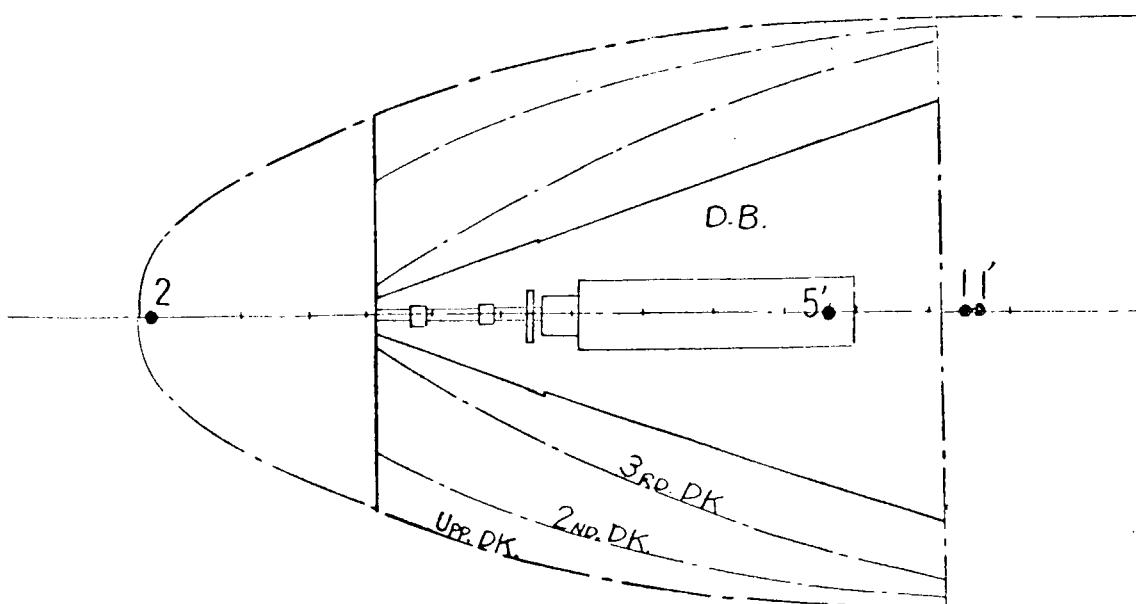
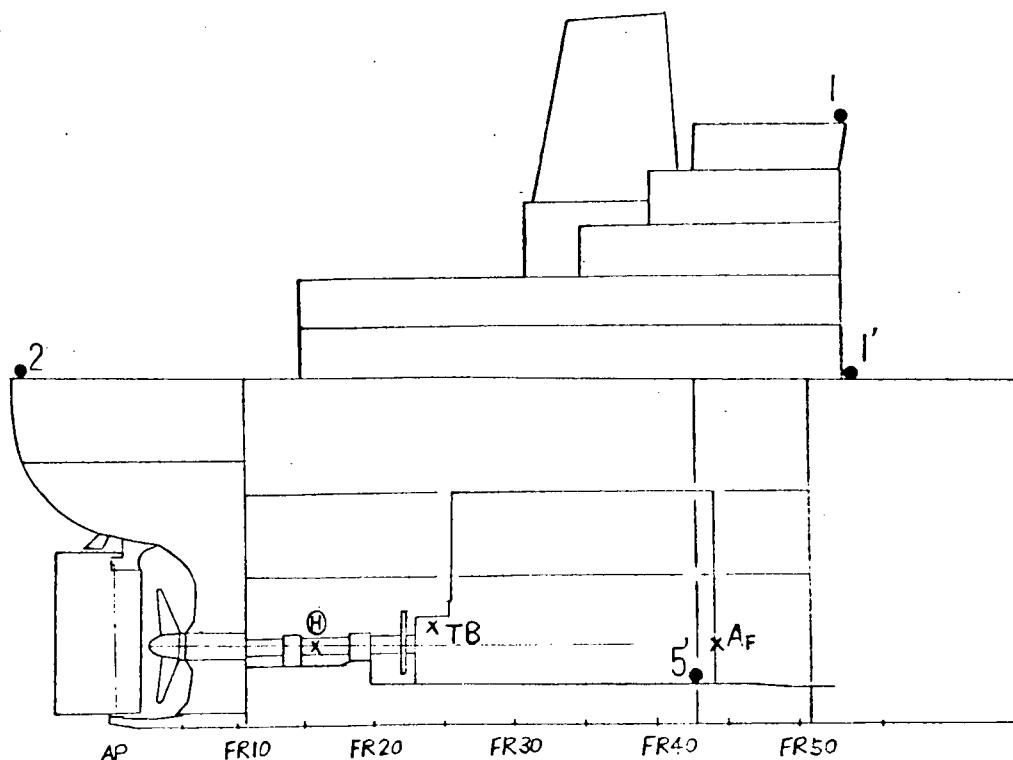
## SKETCH OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION				
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	840mm	TEST NO.				
	PISTON STROKE	1,800mm	LOAD CONDITION	BALLAST			
	CYL. NO.	8	BRACINGS				
FIRING ORDER	1-8-3-4-7-2-5-6		DATE	8. NOV. 1967			
			PLACE	OFF TOSA			
VECTOR SUMMATION MOMENT OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE		WEATHER	CLOUDY			
	X-TYPE		SEA CONDI.	SMOOTH			
			DEPTH OF WATER	110 m			
			test	36.700 KT			
			df	5.m 4			
			dm	6.m 455			
OTHER			da	7.m 51			
			PROPELLER IMMERSION	48 %			
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT				
			MEASURING POINT & DIREC.	NO. OF POINTS : TYPE OF PICK UP			
			1 L.H.				
			1' L	5 ** (23) ACCELERATION METER			
			2 VH				
OTHER DESCRIPTION			5' V	1 ACCELERATION METER			
* AT 100 R.P.M.			AF	DIFFERENTIAL TRANSFORMER			
** TOTAL MEASURING POINTS			TB	ACCELERATION METER			
			(H)	STRAIN GAUGE			

# MEASURING POINT

- VIBRATION MEASURING POINT OF STRUCTURE
- × " OF SHAFT
- A<sub>F</sub> AXIAL VIBRATION
- ⊕ TORSIONAL VIBRATION
- TB FORE AND AFT VIBRATION OF THRUST BLOCK



[图] 1.1.0.1 MEASURING POINT

記号

- 1 \*
- 2
- ▼ 3
- ▽ 4
- × 5
- 6
- 7
- ▲ 8

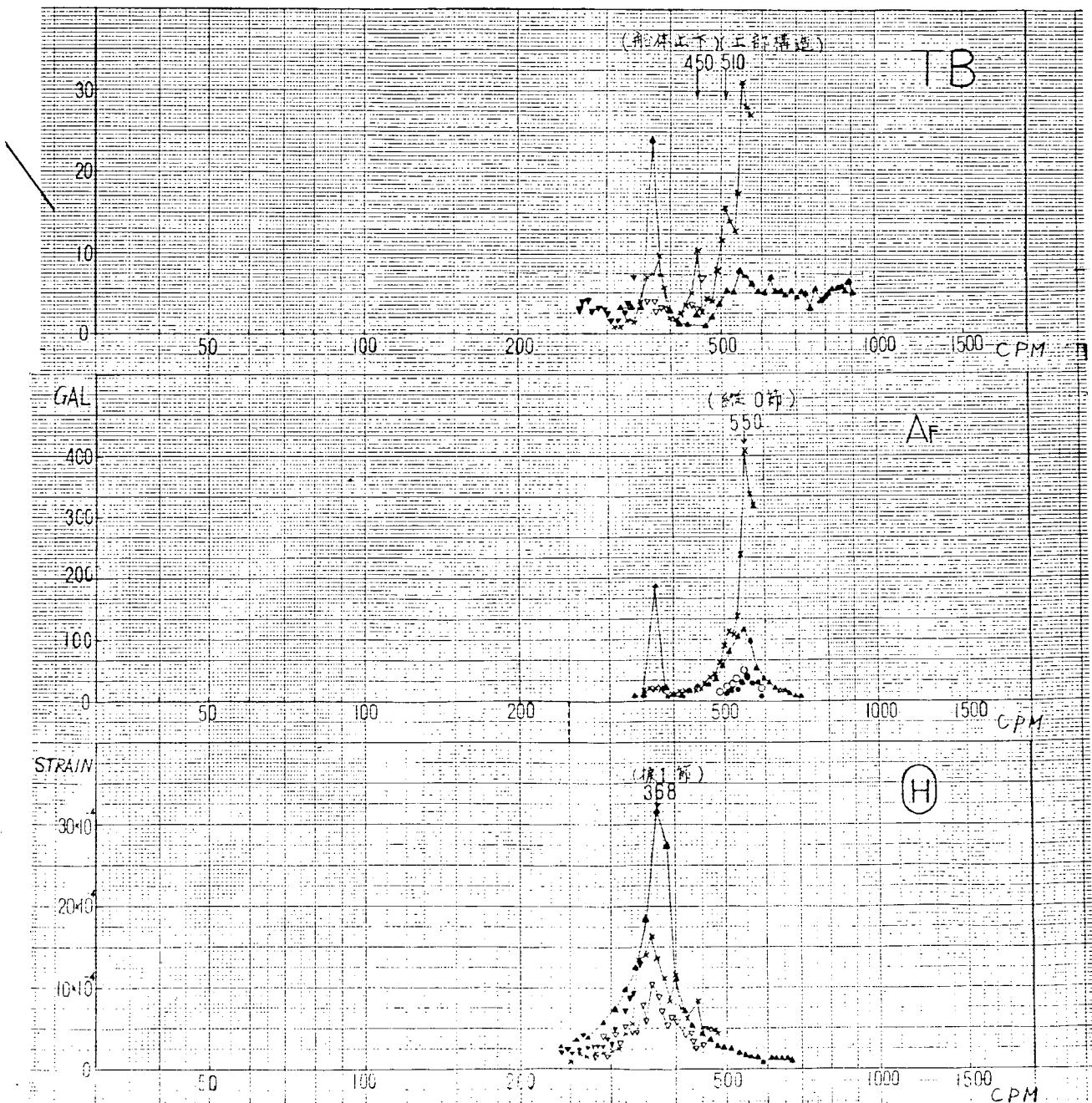
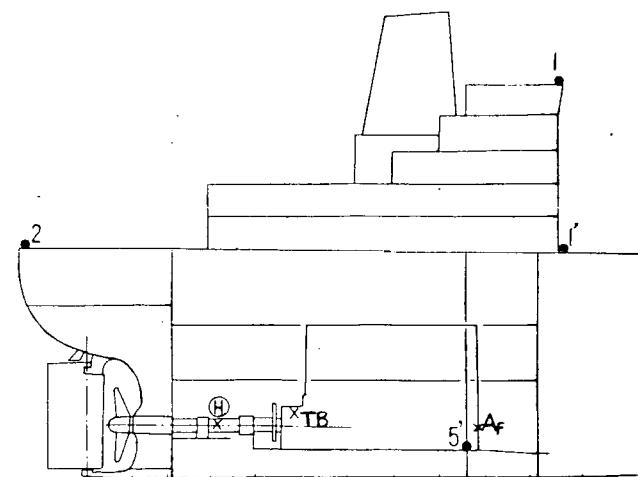


図 1.10.2 (a)

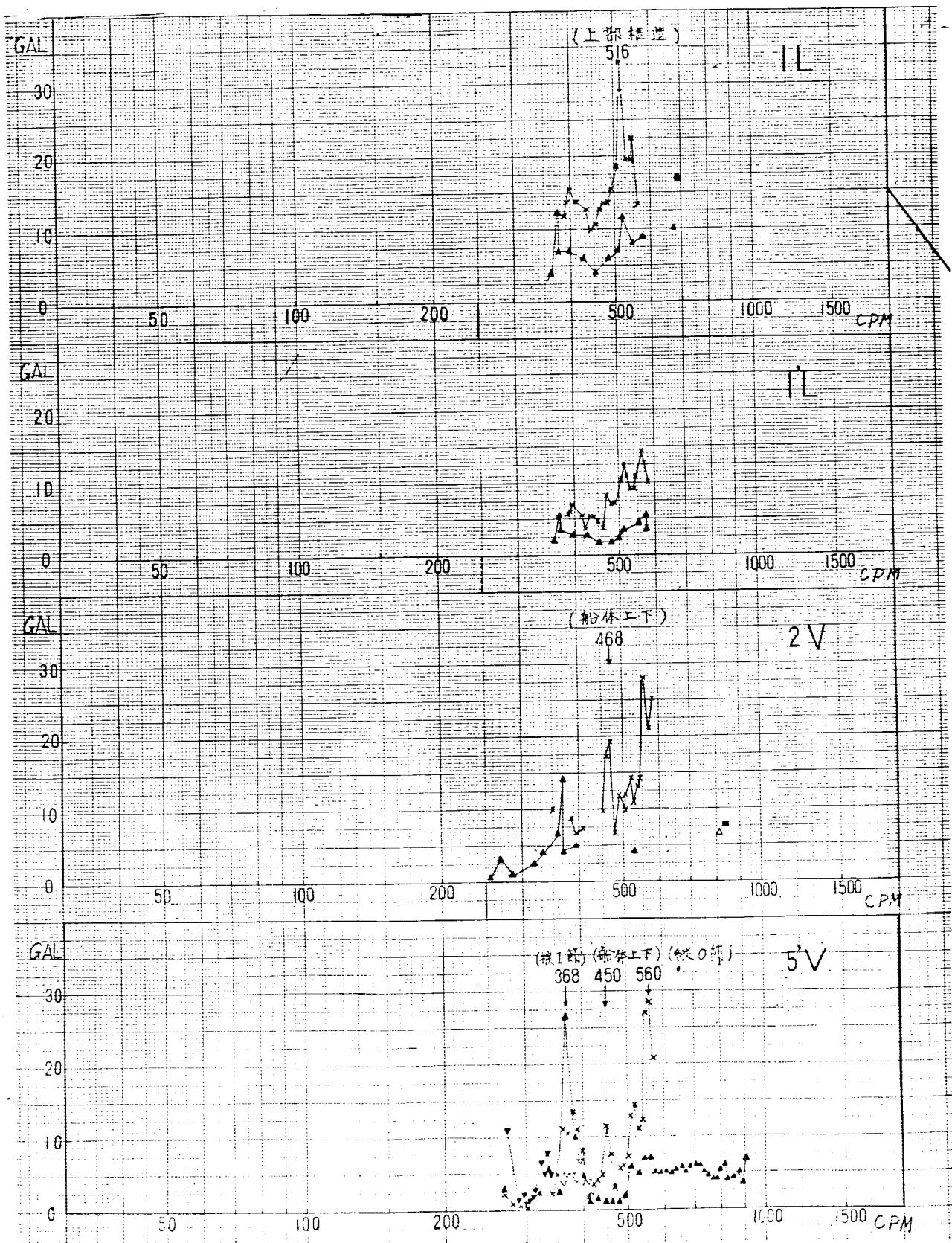


図 1.1.0.2 (b)

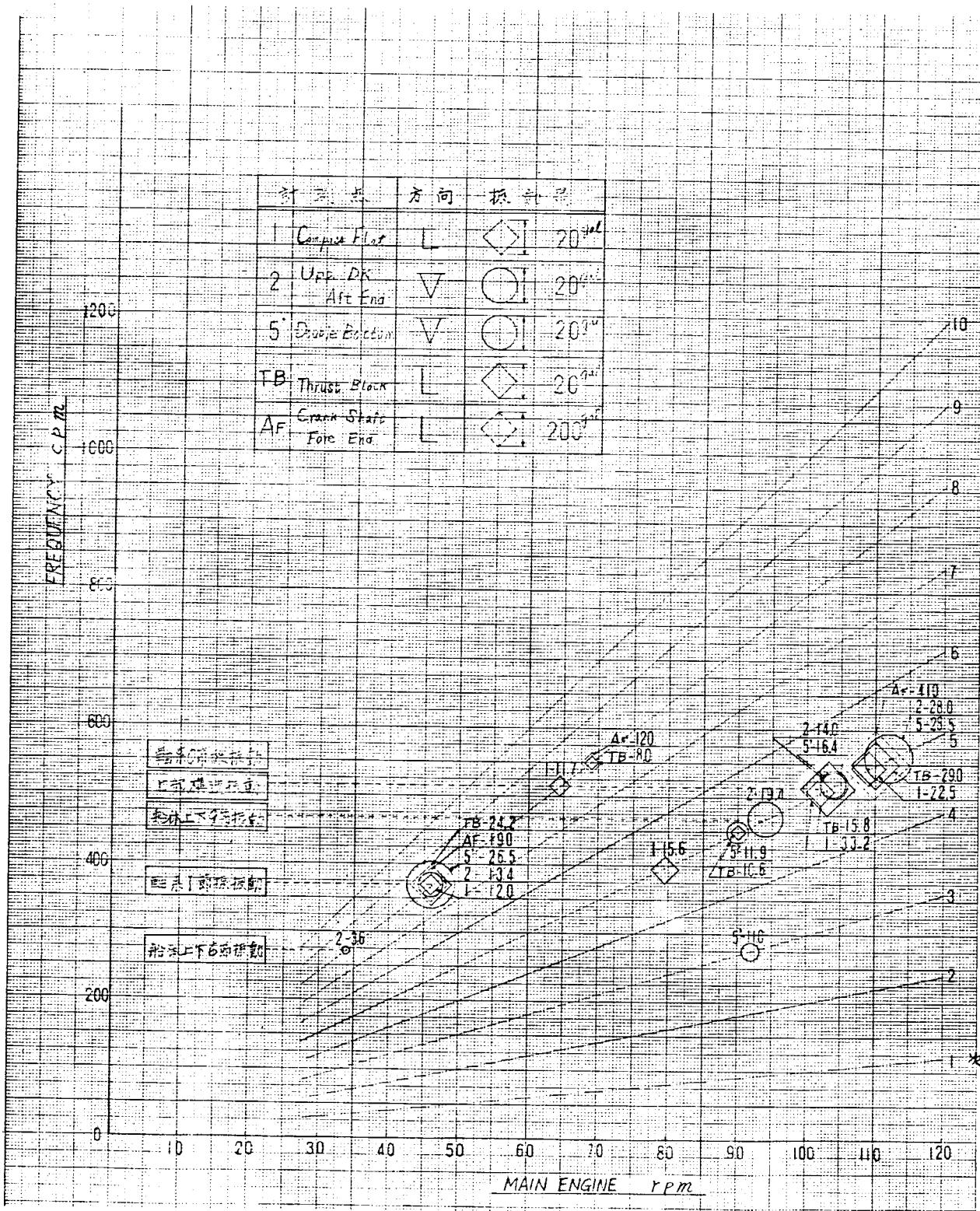


図 1.1.0.3

### [ 解析結果 ]

- 1) 368 cpm 付近にこの軸系の 1 節ねじり振動数に相当する 8 次のピークが中間軸のねじり振動、クラランク軸の縦振動、スラストプロツクの前後振動に現われており、それに対応して、船体側二重底の上下振動、上甲板の上下、ならびに前後、および上部構造の前後振動にも現われている。
  - 2) 550 cpm 付近に軸系の 0 節縦振動に相当する 5 次の鋭いピークがクラランク軸、スラストプロツクの共振曲線に出ており、それに対応して船体側の二重底の上下振動、上甲板の上下、前後、および上部構造の前後振動にも顕著なピークが見られる。
  - 3) 一方 516 cpm 付近に上部構造の固有振動数と思われる 5 次のピークがでており、その影響が軸系の振動のほうにも現われているようと思われる。
- 本船では特に軸系のねじり振動および縦振動がよくでており、それらの共振点では、スラストプロツク、二重底、船体上甲板、上部構造等軸系以外の部分でも振幅のピークが現われているのがわかる。

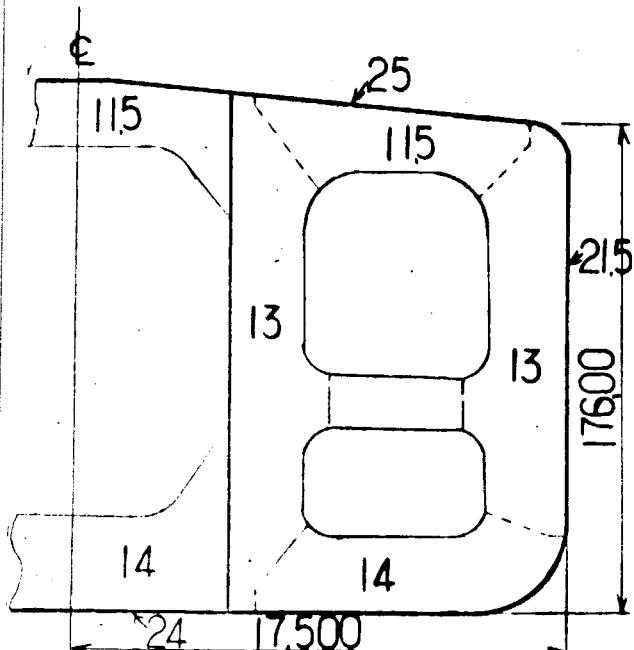
## 1.1.1 SHIP NO. 43-D

SHIP NO.	43-D
BUILDER	KULE

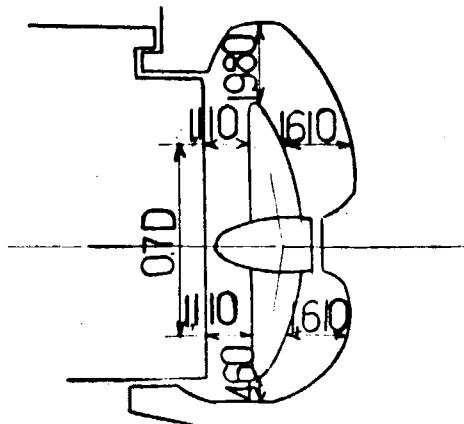
## PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE	
KIND & TYPE	DIESEL TANKER	KIND & TYPE	IHI SULZER 9RD90
CLASS	BV	NUMBER OF CYLINDER	9
CONSTRUCTION	LONG'L SYSTEM	POSITION OF ENG.	AFT.
L o a		BHP	20700 18680
L pp	220. <sup>m</sup> 000	RPM	119 115
B mld.	35. <sup>m</sup> 000	UNBALANCED FORCE	Fv 1 0
D mld.	17. <sup>m</sup> 600		Fv 2 0
d full	12. <sup>m</sup> 190		F <sub>H</sub> 0
△ full	77765 KT	UNBALANCED MOMENT	Mv 1 57 t - m
D. W.	63.000 LT		Mv 2 79 t - m
Cb full	0.819.8		M <sub>H</sub> 36 t - m
MOMENT OF INERTIA	I <sub>V</sub> 2528 × 10 <sup>8</sup> (m <sup>2</sup> - mm <sup>2</sup> )	PROPELLER	
	I <sub>H</sub> 5934 × 10 " "	NUMBER	1
WEB AREA	AV 1308 m <sup>2</sup>	NO. OF BLADES	5
	A <sub>H</sub> 1697 "	DIAMETER	6. <sup>m</sup> 480

MIDSHIP SECTION



SKETCH OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGIN			TEST CONDITION								
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	900 mm	TEST NO.	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5			
	PISTON STROKE	1550 mm	LOAD CONDITION	BALLAST		FULL					
	CYL. NUMBER	9		NO LOAD		LOAD					
FIRING ORDER	1 - 6 - 7 - 3 - 4 - 9 -		WITH STRUTS	WITHOUT STRUTS	WITH STRUTS	WITHOUT STRUTS	WITH STRUTS				
	2 - 5 - 8 - 1		DATE	APR. 8 '68		APR. 12th '68		APR. 13th '68			
VECTOR SUMMATION OF H & X TYPE VIBRATION EXCITING	H-TYPE	9, 18 ORDER 9.000	PLACE	KURE PORT		IYONADA					
		1, 8, 10, 17 // 0.1191	WEATHER	FINE							
		2, 7, 11, 16 // 0.3861	SEA CONDITION	SMOOTH							
	X-TYPE	3, 6, 12, 15 // 3.9851	DEPTH OF WATER	ABT. 26 m		ABT. 70 m					
		4, 5, 13, 14 // 1.2812	△ TEST	43500 KT			77765 KT				
		9, 18 // 0.0673	d <sub>f</sub>	6 <sup>m</sup> 05			12 <sup>m</sup> 19				
			d <sub>m</sub>	7 <sup>m</sup> 10			12 <sup>m</sup> 19				
			d <sub>a</sub>	8 <sup>m</sup> 15			12 <sup>m</sup> 19				
			PROPELLER IMMERSION	60 %			122%				
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT								
			POINT	DIRECT	NO. OF POINT	TYPE OF PICK UP					
			1	L H	2	ACCELEROMETER					
			2	V	1	"					
			3	H L	2	DISPLACEMENT METER					
			A <sub>F</sub>	L	1	CANTI LEVER					
			5'	V	1	ACCELEROMETER					
			5"	"	1	"					
			Q	Q	1	STRAIN GAGE					

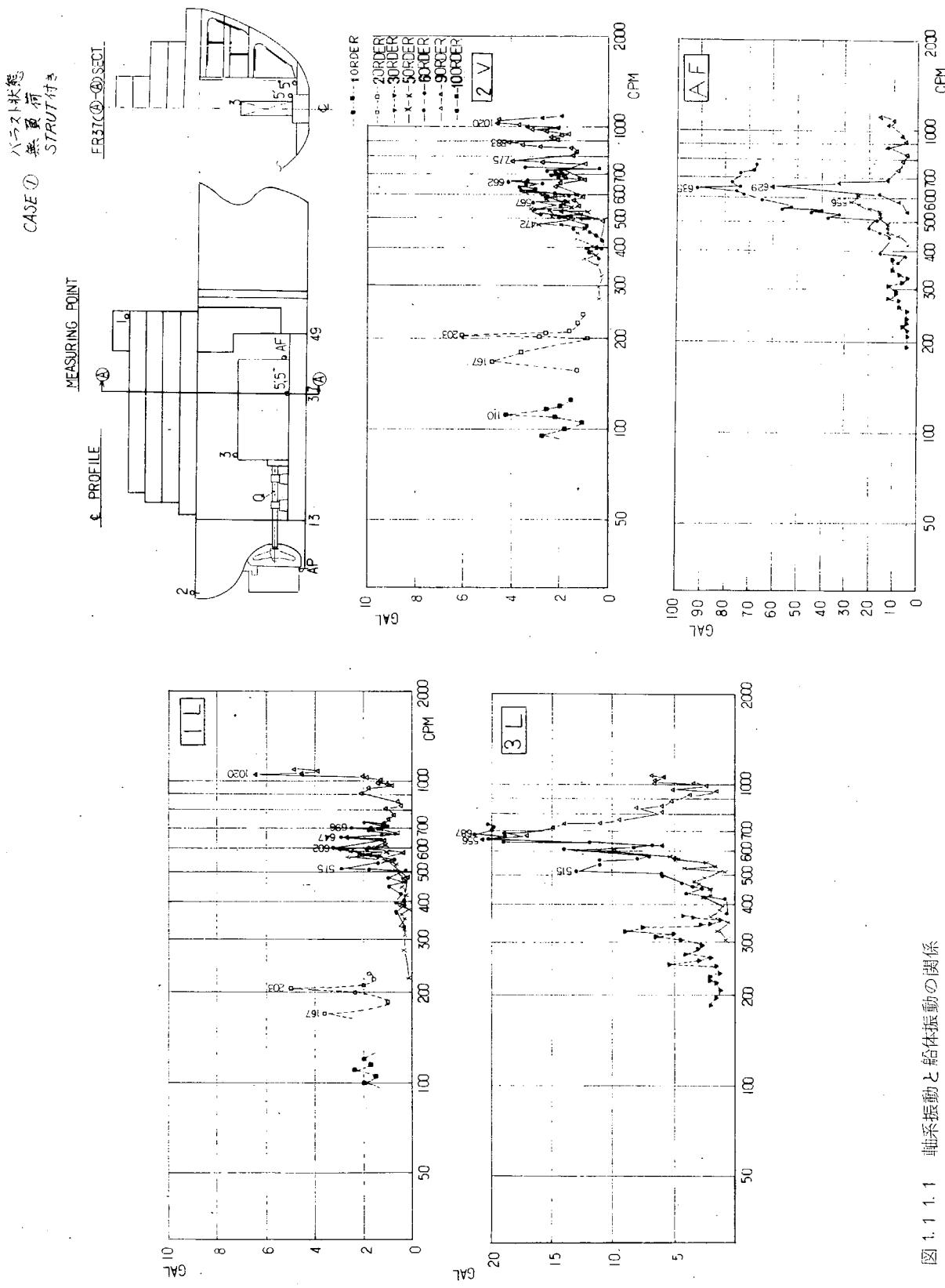


図 1.1.1.1 軸系振動と船体振動の関係

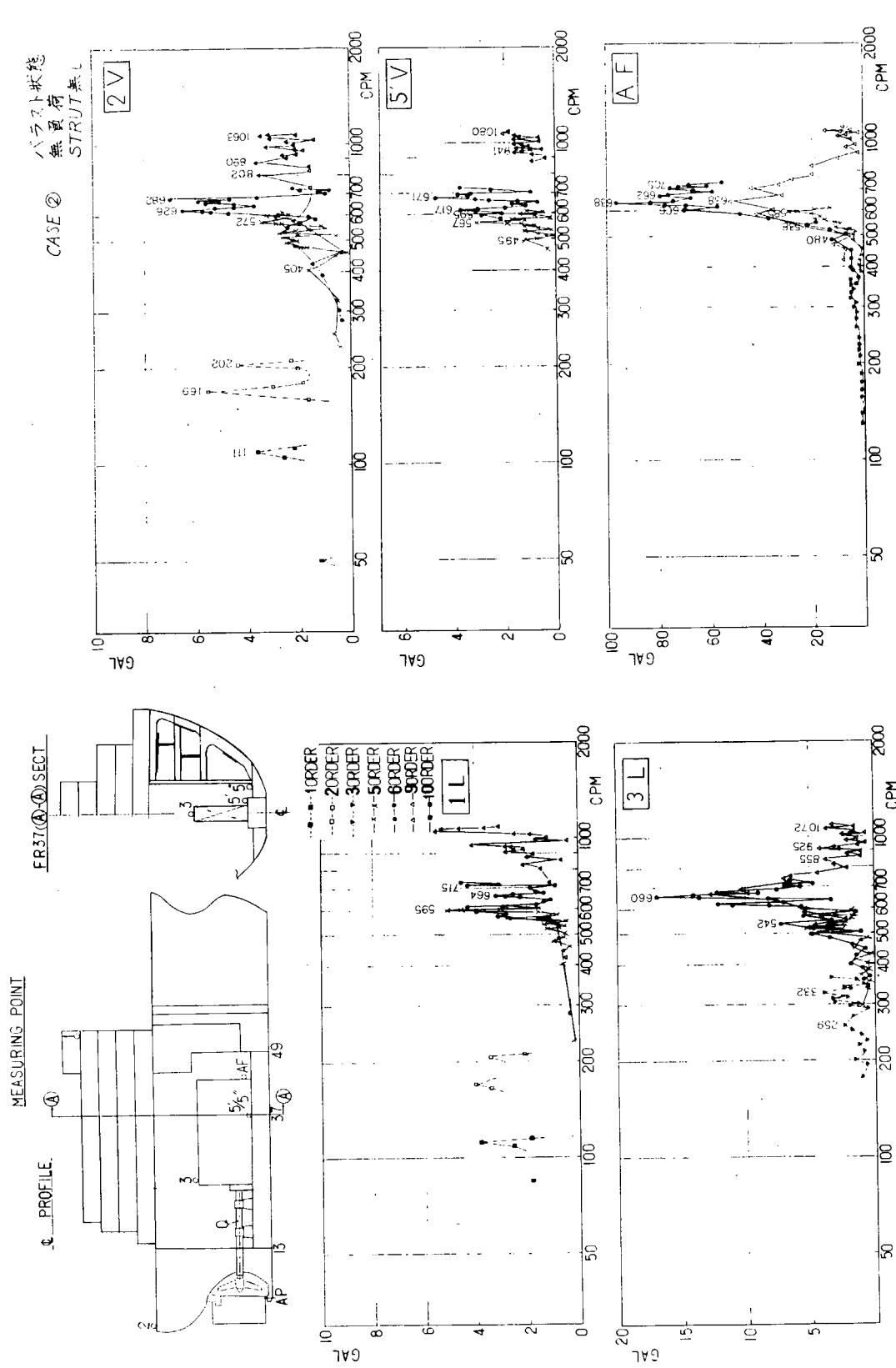


図 1.1.2 軸系振動と船体振動の関係

CASE ③  
ハラブト状態  
STRUTURE

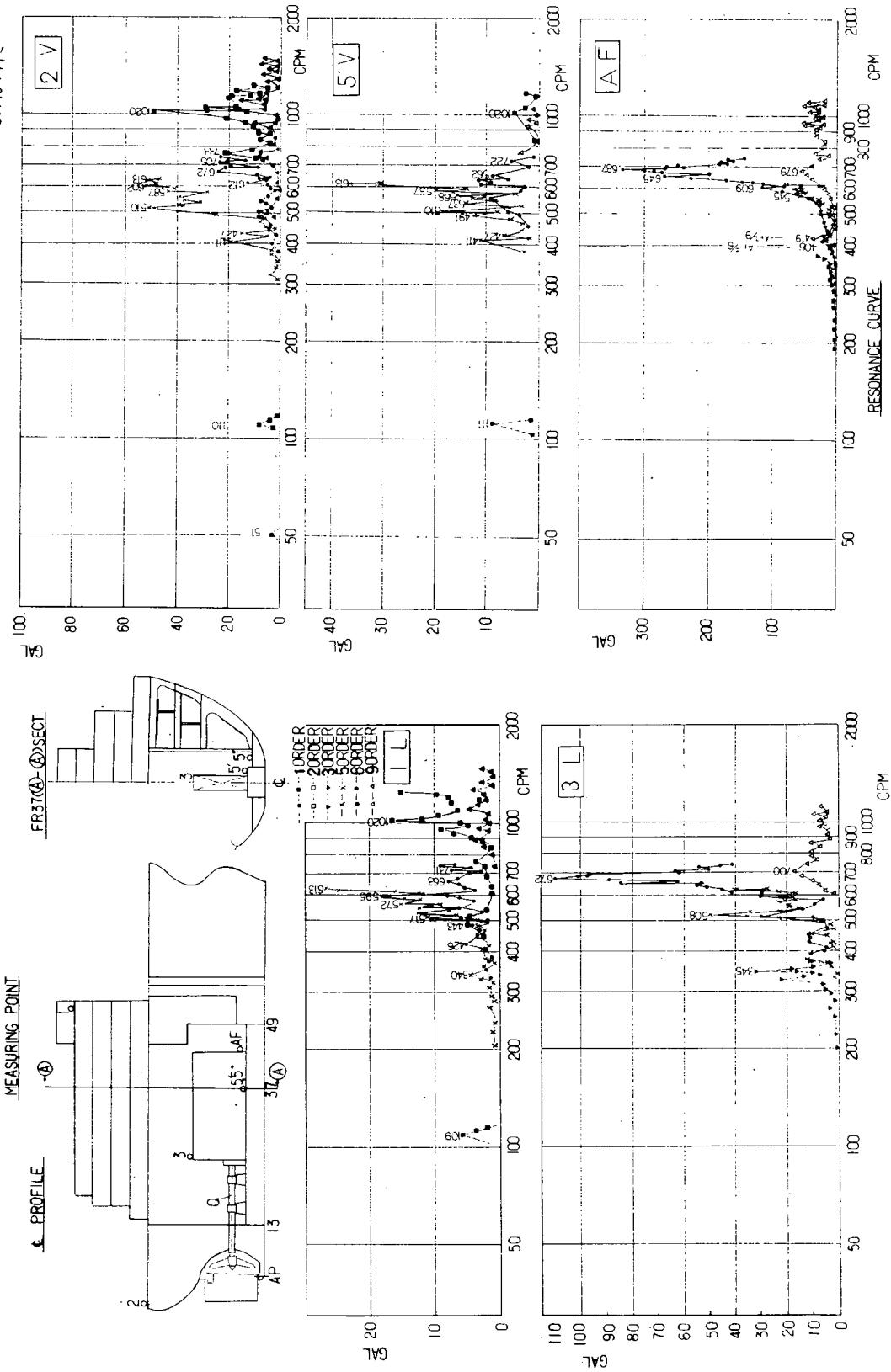


図 1.1.3 軸系振動と船体振動の関係

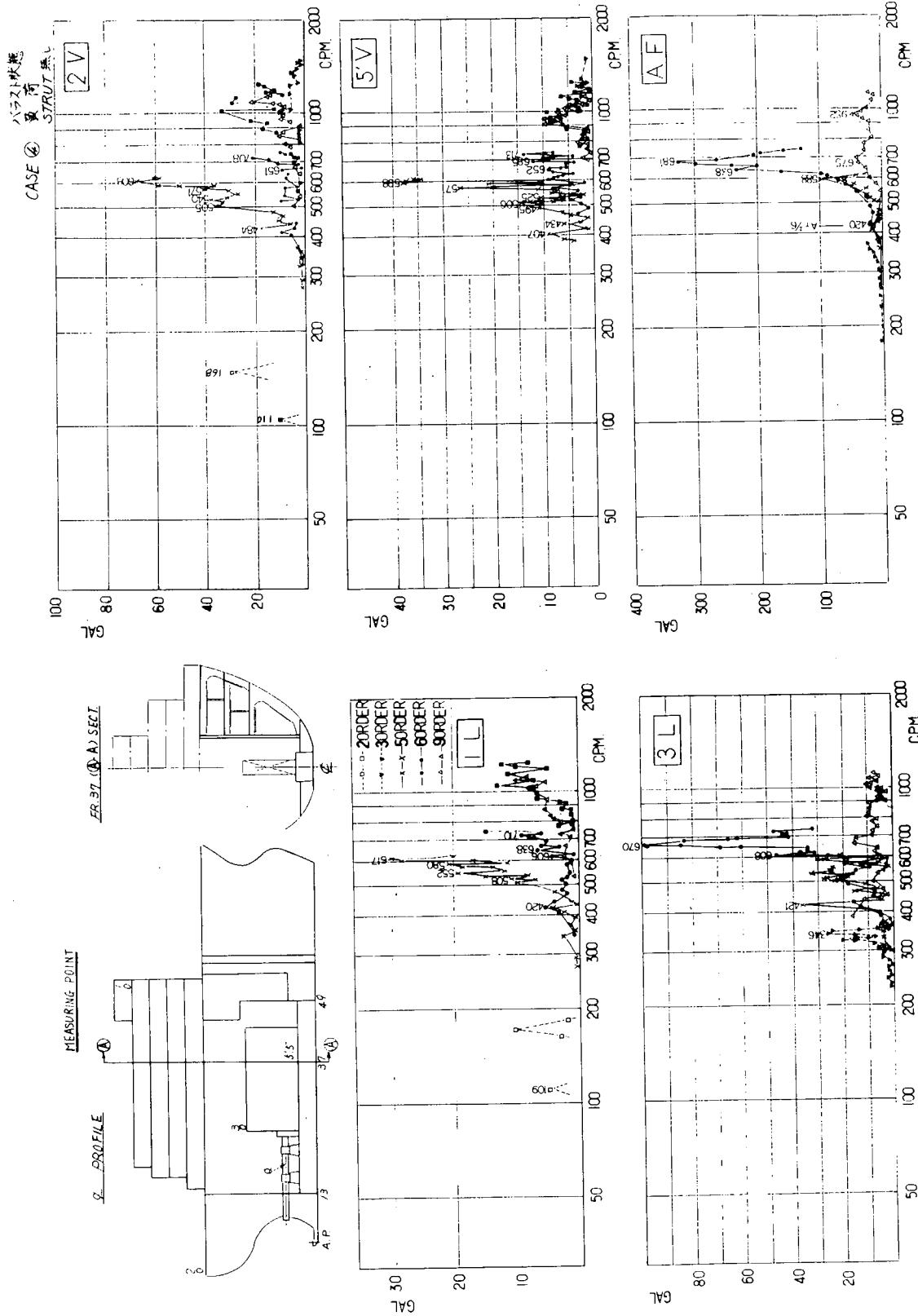


図 1.1.4 軸系振動と船体振動の関係

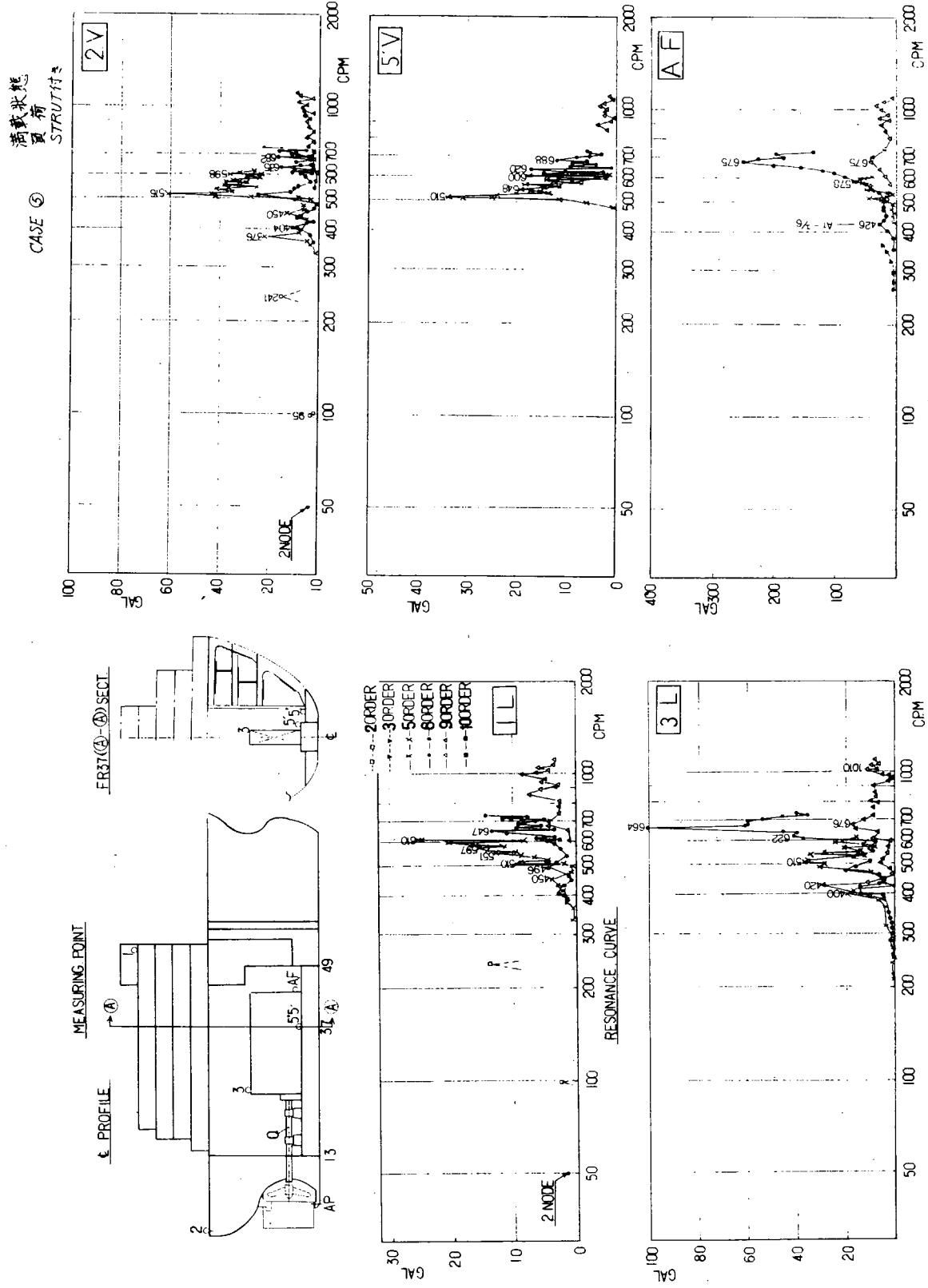


図1.1.5 軸系振動と船体振動の関係

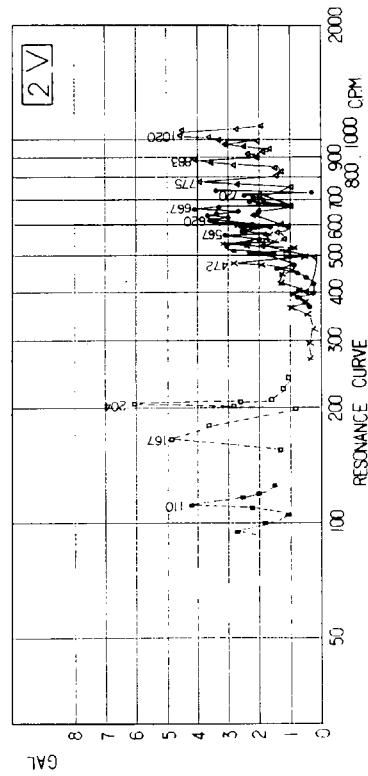
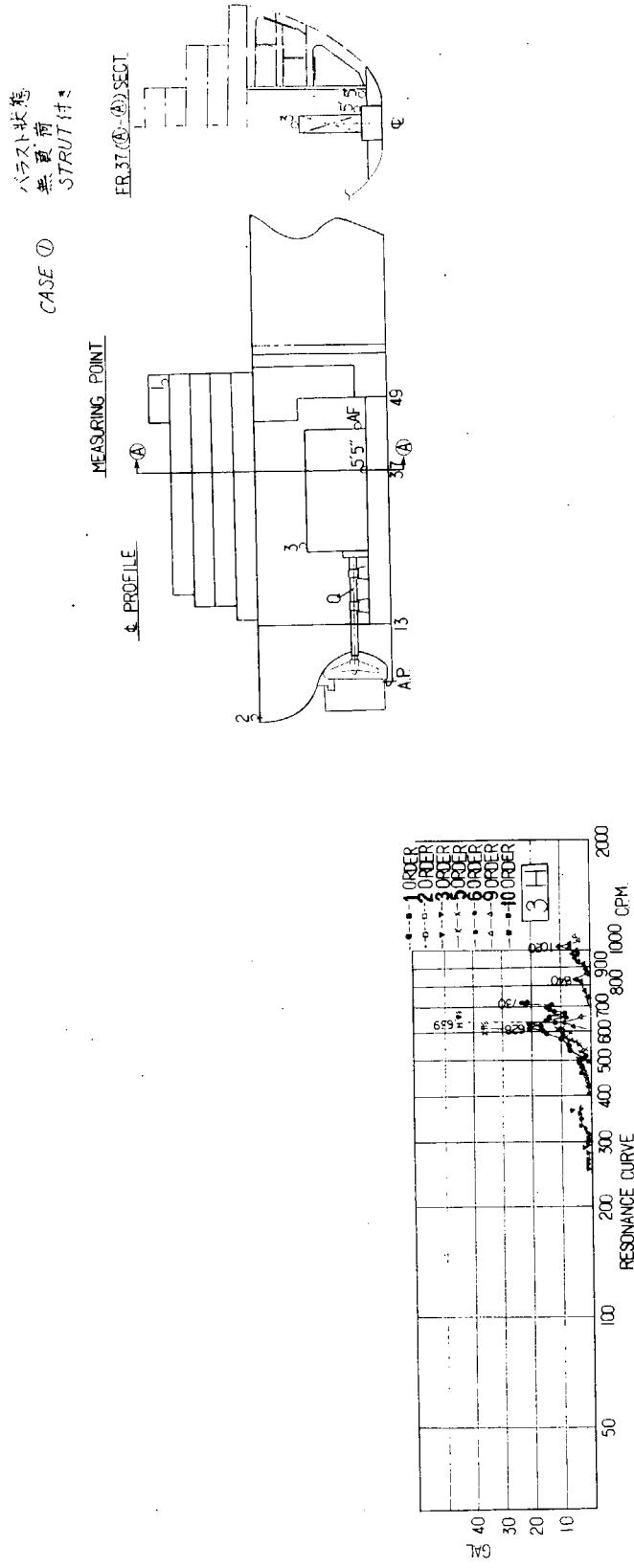


図 1.1.1.6 機関架構振動と船体振動の関係

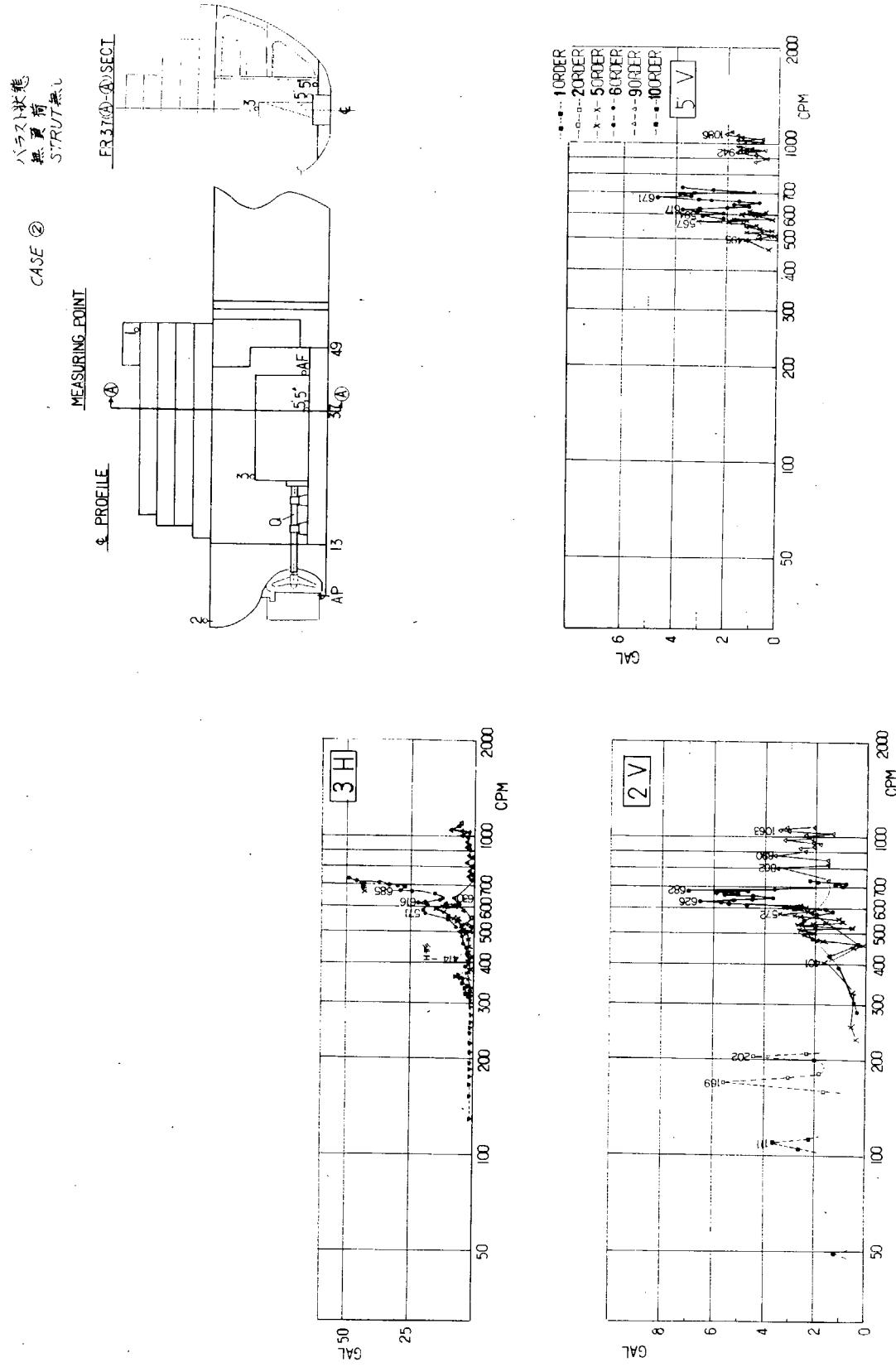


図 1.1.1.7 機関架構振動と船体振動の関係

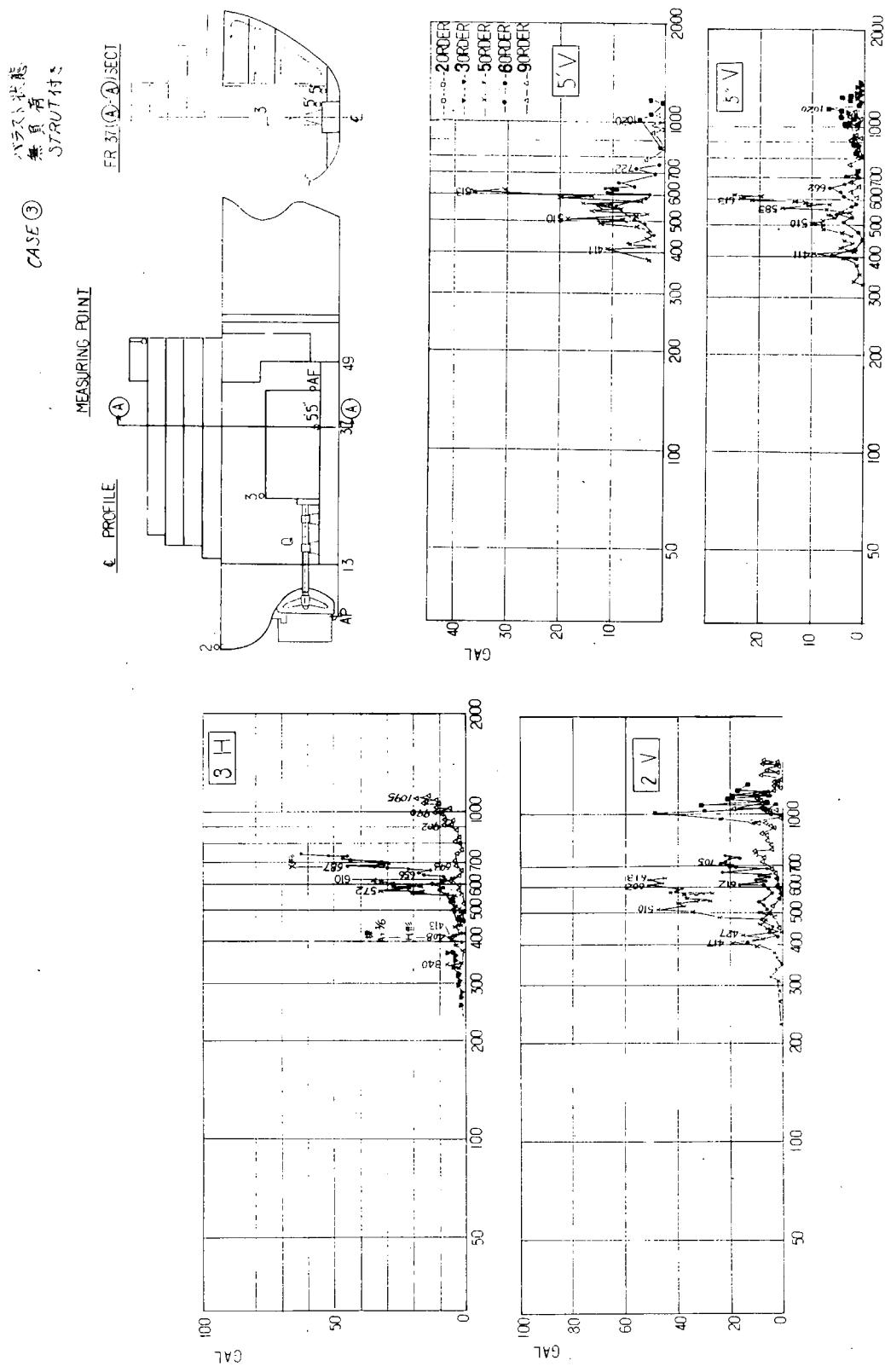


図1.1.8 機関架構振動と船体振動の関係

CASE ④ バラスト状態  
STRUT無し

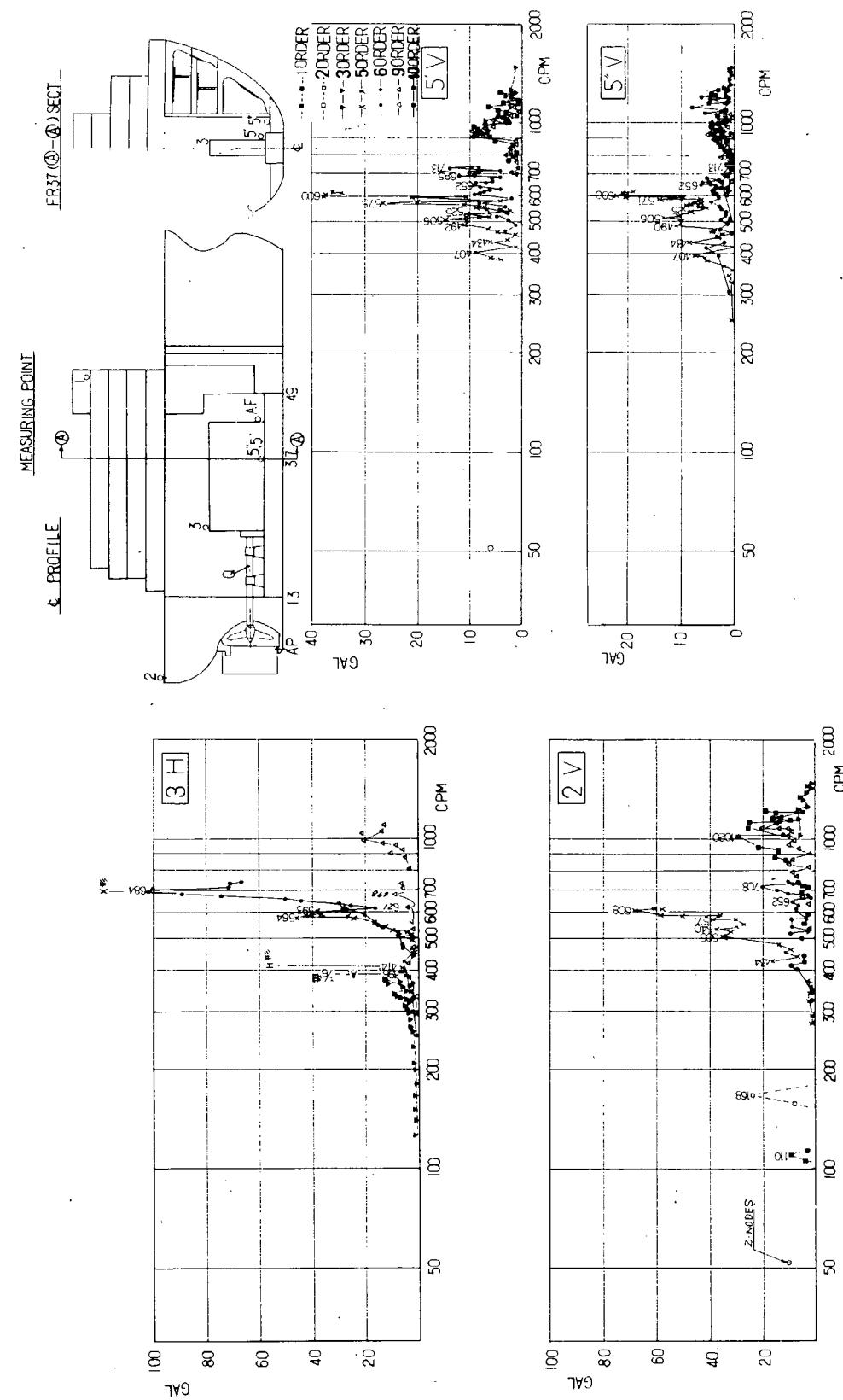


図 1.1.9 機構架構振動と船体振動の関係

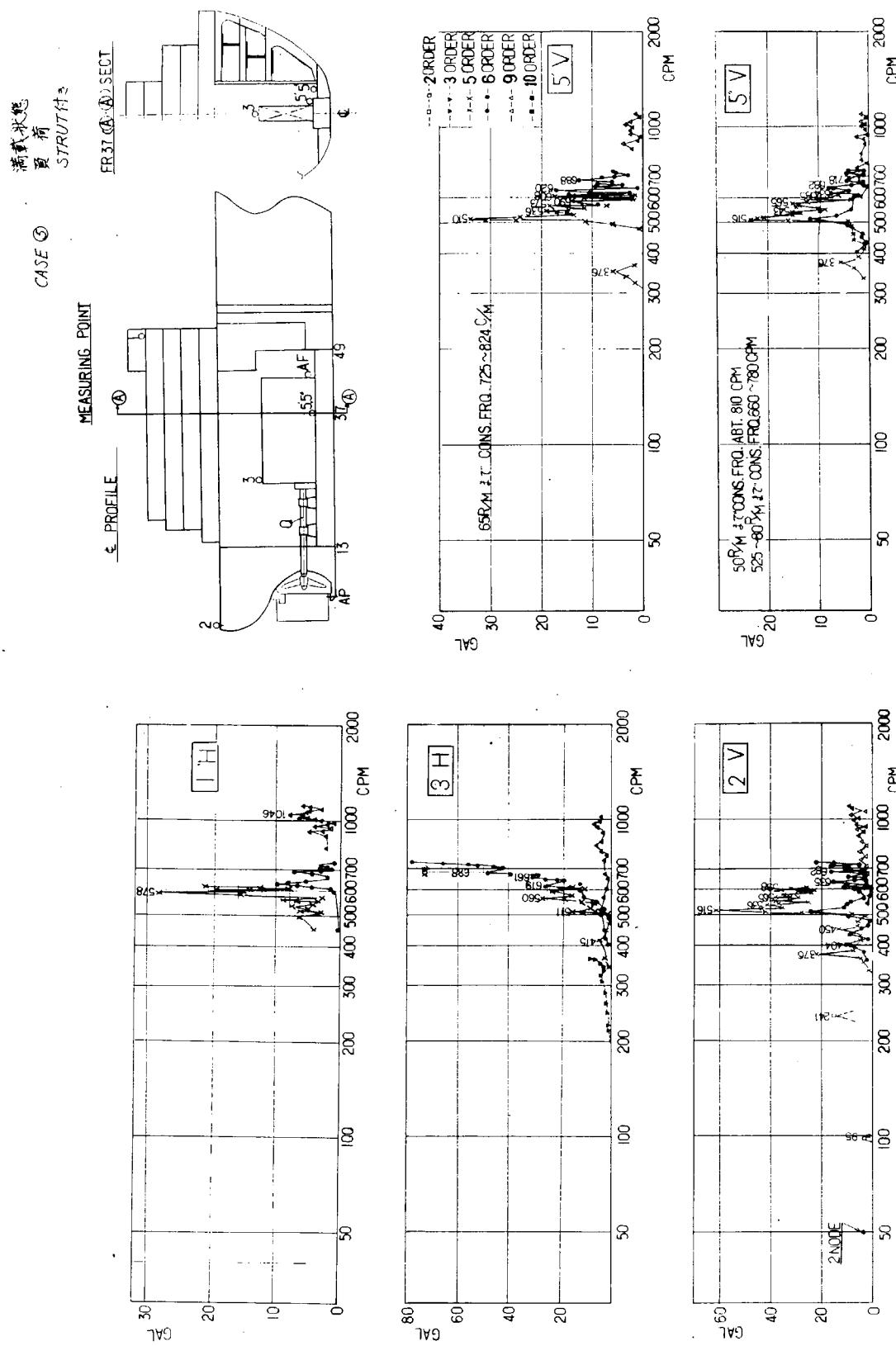


図 1.1.1.0 機関架構振動と船体振動の関係

船体及び機関振動

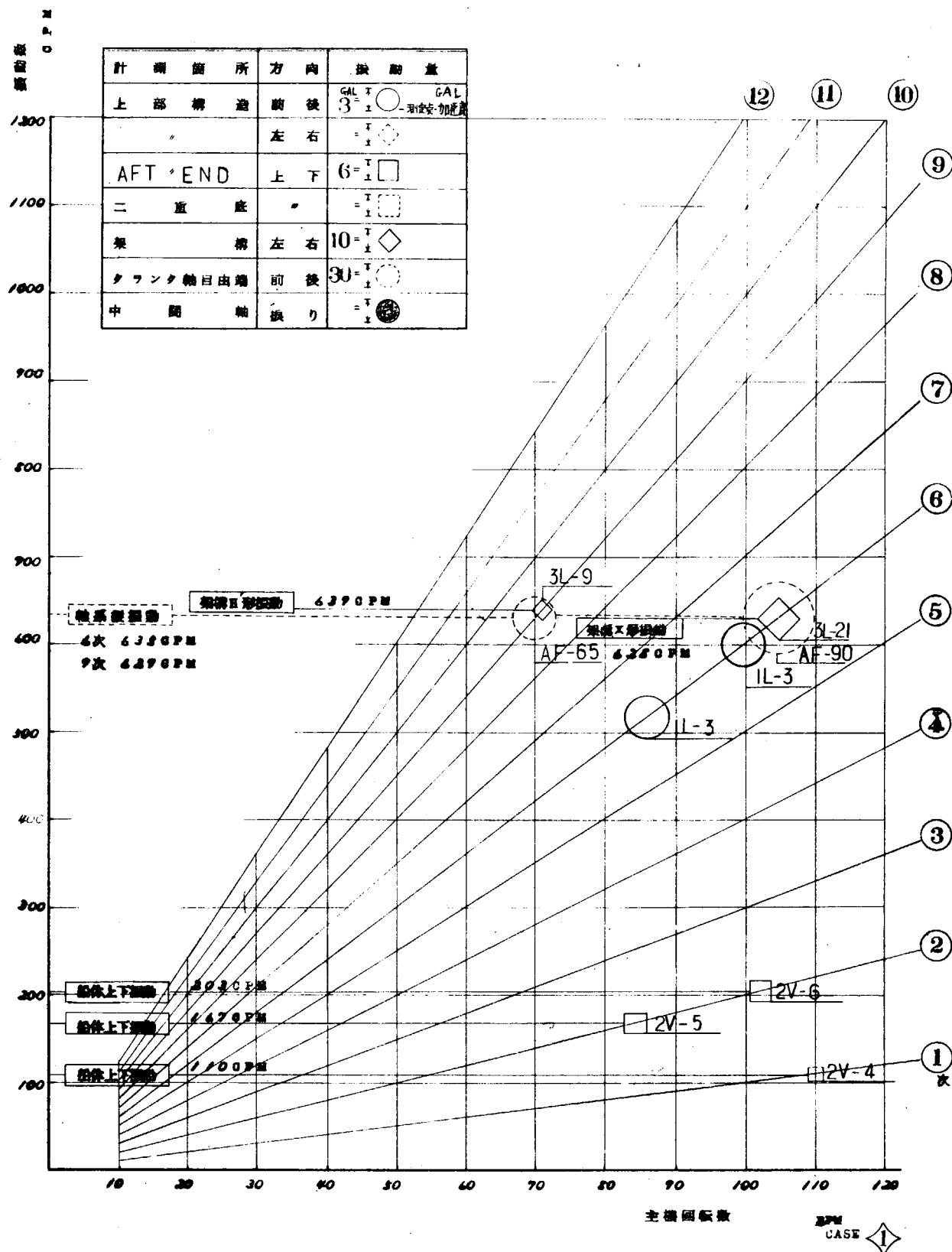


図 1.1.1.1

船体及び機関振動

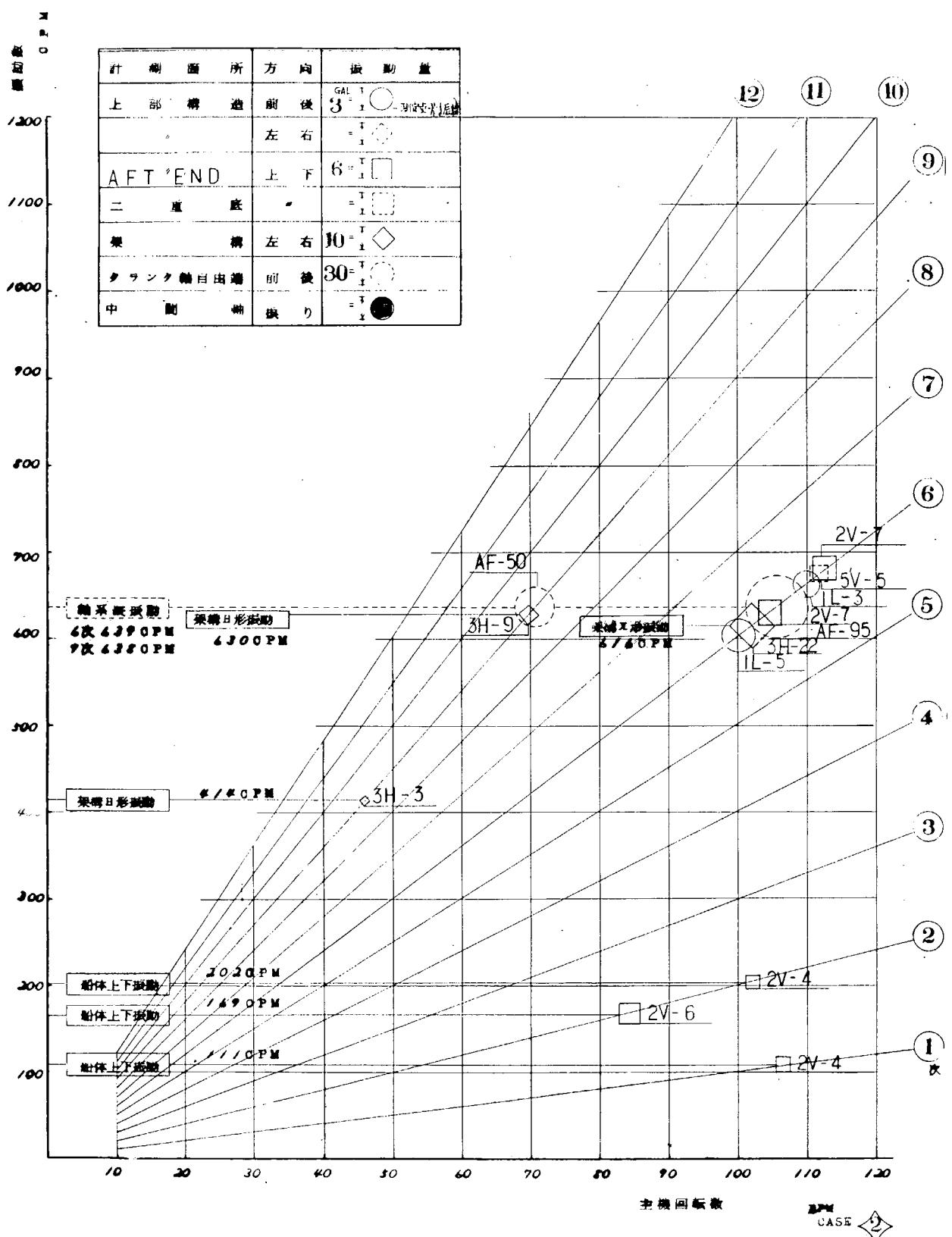


図 1.1.1.1-2

船体及び機関振動

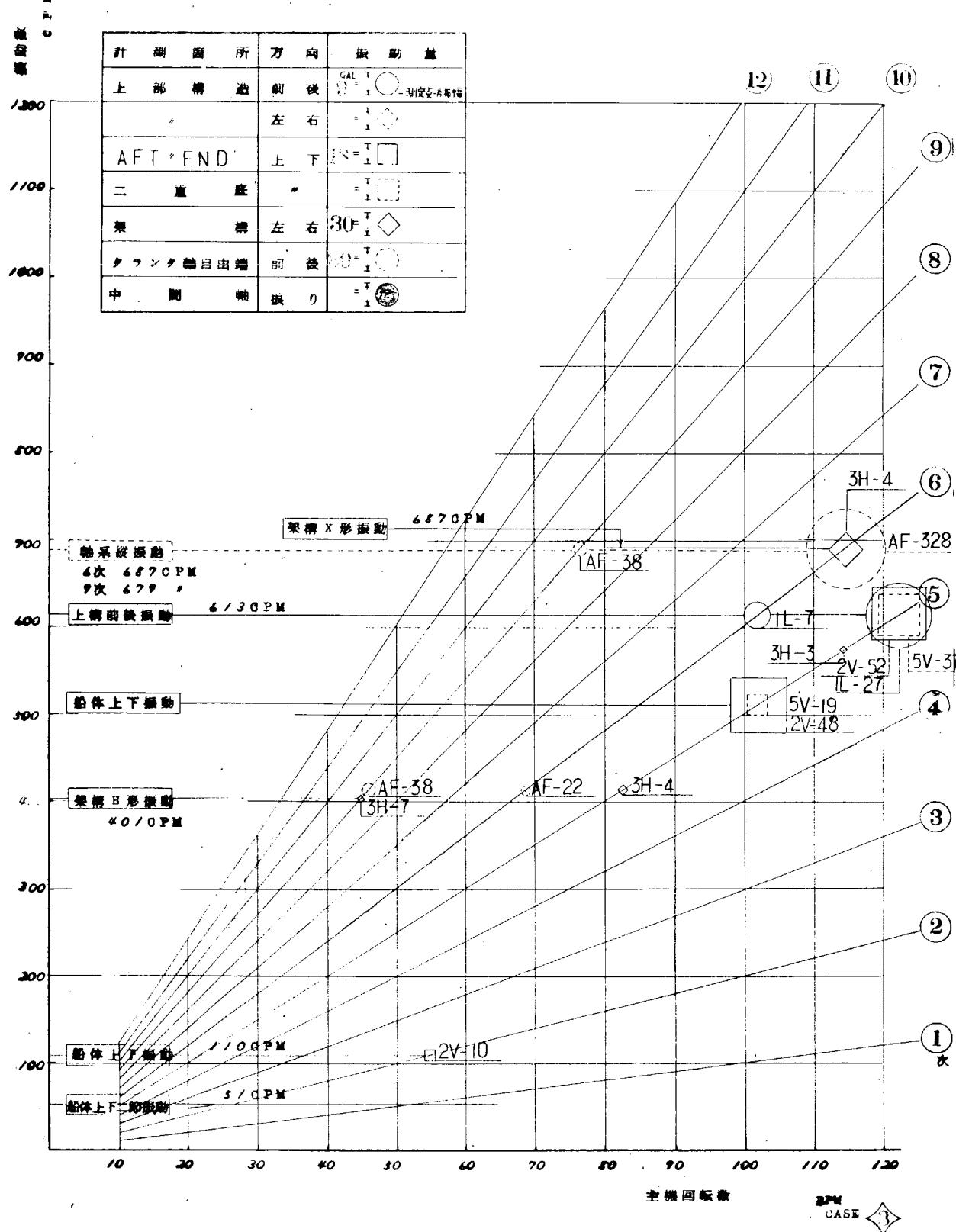


図 1.1.1.1.3

船体及び機関振動

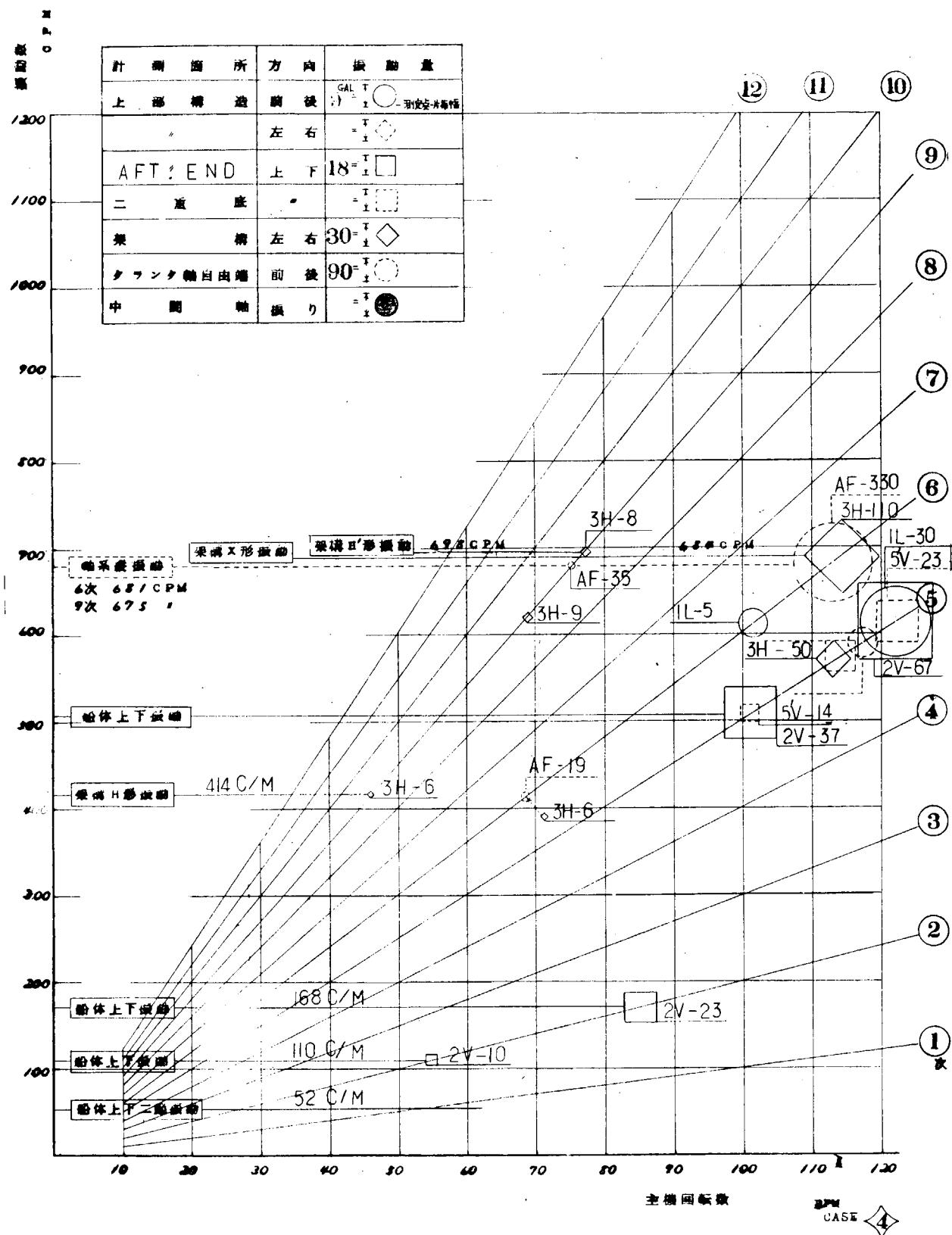


図 1.1.1.1.4

船体及び機関振動

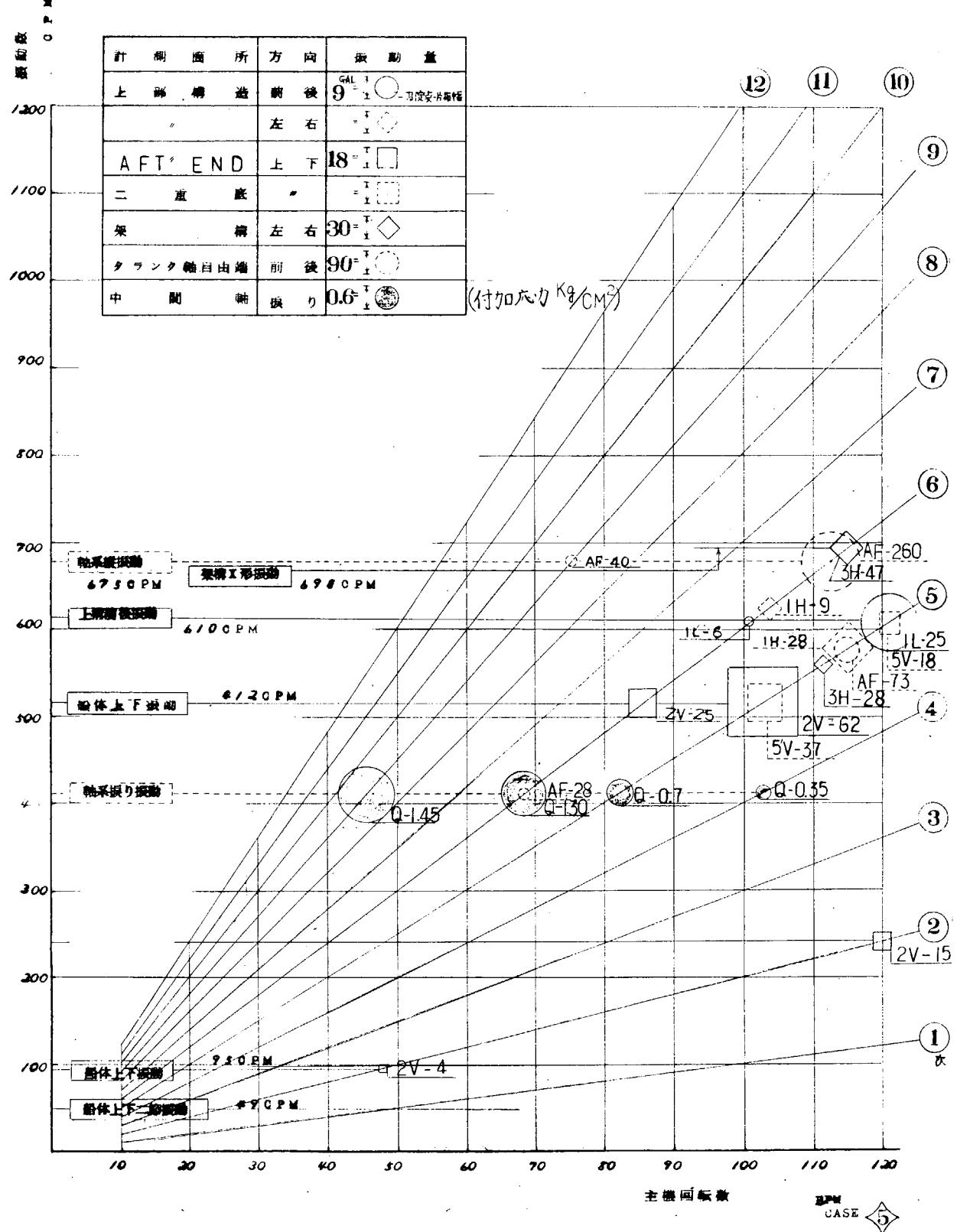


図 1.1.1.15

## [ 考 察 ]

### (1) 軸系振動について

海上運転のデータをみると、当然ながら、クランク軸系の相違により固有振動数が変化している。すなわち、無負荷では  $635 \sim 640 \text{ cpm}$  海上では  $675 \sim 687 \text{ cpm}$  となつていて。

海上で、プロペラを COUPLE した時、かなり多くの振動のピークがあらわれているが、そのうち  $415 \text{ cpm}$  付近のものは軸系ねじれ振動から惹起された縦振動であると考えてよい。

バラスト状態  $570 \text{ cpm}$  のピークは BLADE FRQ. により二重底が振動し、そのため生じた見かけ上の振動とも解釈される。

### (2) 主機架構の横振動について

主機架構 TOP の横振動は STRUT を設置することによつて、その振動振幅を大巾に減少させることができる。

固有振動数に関しては、STRUTS を設けることにより、別にさらに大きい固有振動の山が発生し、常用回転数以上にピークがあると推定してよいと思われる。

$640 \text{ cpm}$  付近に現われる 9 次振動は、架構 TOP の横振動のモードとしては、H 形に近い振動モードとなつていて、波形からみていわゆる H 形振動は CASE 2 ~ 4 にみられる  $400 \text{ cpm}$  付近のものと思われる。

### (3) キャンベル線図からみた各部振動の関連性について

主機架構の 6 次 X 形振動と軸系縦振動の 6 次振動は CASE 1 …… 約  $630 \text{ cpm}$ 、CASE 2 ……  $620 \text{ cpm}$ 、CASE 3 …… 約  $690 \text{ cpm}$ 、CASE 4 …… 約  $680 \text{ cpm}$ 、CASE 5 ……  $670 \text{ cpm}$  と固有振動数が近接している。CASE 1 ……  $640 \text{ cpm}$ 、CASE 2 ……  $630 \text{ cpm}$ 、CASE 4 ……  $684 \text{ cpm}$  に架構横振動の 9 次のピークがある。

CASE 2 では  $630 \text{ cpm}$  付近に 6 次の主機架構横振動、軸系縦振動、NAV. Deck 前後振動、AFT. END 上下振動のピークがある。

CASE 3 の  $613 \text{ cpm}$  (5 次)、 $510 \text{ cpm}$  (5 次)、CASE 4 の  $600 \text{ cpm}$  (5 次)、 $506 \text{ cpm}$  (5 次)、CASE 5 の  $510 \text{ cpm}$  (5 次) にみられるように、AFT. END の上下振動のピークと二重底上下振動のピークは一致している。

軸系ねじれ振動と上構前後振動の関連は本船の場合はつきりとはあらわれていない。

### (4) STRUTS の有無による各部振動の差異について

#### (a) 船体上下振動

船体上下振動は全体的にみると STRUTS の有無による顕著な差は認められない。

#### (b) 上部構造の前後振動

上部構造前後振動は STRUT の有無にあまり関係ないようである。

#### (c) 二重底上下振動

二重底上下振動の 5 次成分は STRUT の有無にあまり関係がないようであるが、6 次成分は STRUT を外すとわずかに増加している。

### (5) プロペラ起振力による振動

プロペラに起振されると考えられる 5 次成分の船体上下振動のピークと上構前後振動のピークがかなり一致している。また船体上下振動と二重底上下振動のピークも一致している。上構前後振動の 5 次成分は BLADE FRQ. に起振されるものが大きいと思われる。

### (6) 上部構造の前後振動と各部振動の関連について

上部構造前後振動の固有振動数は CASE 2 の  $605 \text{ cpm}$ 、CASE 3 の  $613 \text{ cpm}$ 、CASE 5 の  $610 \text{ cpm}$  に見られるように、およそ  $610 \text{ cpm}$  と推定される。

#### (a) クランク軸縦振動

上構前後振動は、クランク軸縦振動にかなり誘起されているが、CASE 3 の 687 cpm、CASE 5 の 675 cpm のように、クランク軸縦振動と大きく共振しても、必ずしも上構前後振動が大きくならないようである。

(b) 主機架構横振動

上構前後振動と主機架構横振動との関連は多少あるようだが明確な関連は認められない。

(c) 二重底上下振動

上構前後振動、二重底上下振動と船尾端上下振動とは、かなり関連が深く、特に 5 次成分のピークの一致が多い。

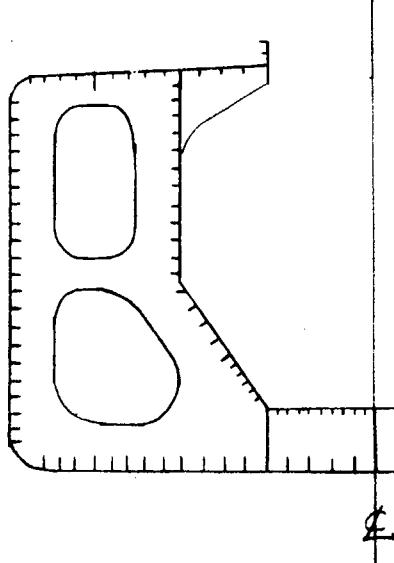
## 1.12 SHIP NO. 43-G

SHIP NO.	43-G
BUILDER	K. D. Y

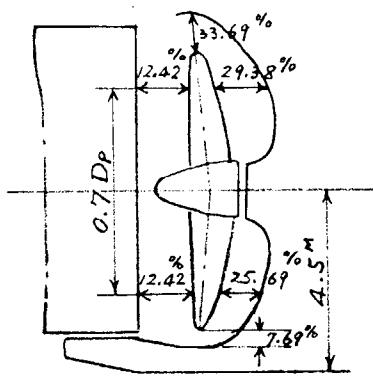
## PARTICULARS OF SHIP

HULL		MAIN ENGINE			
KIND & TYPE	ORE/OIL CARRIER	KIND & TYPE	KAWASAKI MAN K9Z 86/160E		
CLASS	N K	NUMBER	1		
CONSTRUCTION	AUG. 1968	POSITION OF ENG.	AFT		
L oa	253. <sup>m</sup> 00	B. H. P.	MCO	NORL	20,700 18,600
L pp	244. <sup>m</sup> 00	R. P. M.	115	111	
B mld	38. <sup>m</sup> 94	UNBALANCED FORCE	Fv1		
D mld	20. <sup>m</sup> 90		Fv2		
d. full	14. <sup>m</sup> 30		F <sub>H</sub>		
△ full	114,570 <sup>T</sup>		Mv1		
D. W.	95,915 <sup>T</sup>	UNBALANCED MOMENT	Mv2		
Cb full	0.820		M <sub>H</sub>		
MOMENT OF INERTIA	I <sub>V</sub> I <sub>H</sub>	4.03.8 <sup>m^4</sup> —	PROPELLER		
WEB AREA	AV A <sub>H</sub>	1,736 <sup>m^2</sup> —	NUMBER	1	
			NO. OF BLADES	6	
			DIAMETER	6. <sup>m</sup> 500	

SKETCH OF SECTION



SKETCH OF SCREW APERTURE



DETAIL OF MAIN ENGINE			TEST CONDITION			
MAIN DIMENSION	CYL. BORE	860 mm	TEST NO.	1	2	3
	PISTON STROKE	1,600 mm	LOAD CONDITION	LIGHT (EXCITER TEST)	FULL LOAD	BALLAST
	CYL. NUMBER	9	BRACINGS	WITH	WITH	WITH
FIRING ORDER	1-9-4-2-8-5-3-7-6		DATE	MAY 31st & JUN. 1st '68	AUG 3rd '68	AUG. 8th & 9th '68
			PLACE	K. D. Y	OFF HINOMISAKI	OFF HINOMISAKI
VECTOR SUMMATION OF	H-TYPE	9, 18 ORDER 9.00	WEATHER	FINE	FINE	FINE
H & X TYPE VIBRATION EXCITING	X-TYPE	1, 8, 10, 17 // 0.3009	SEA CONDITION	SMOOTH	SMOOTH	SMOOTH
		2, 7, 11, 16 // 0.2007	DEPTH OF WATER	AB 10 m	AB 70 m	AB 70 m
		3, 6, 12, 15 // 3.9966	△ test	18.160 T	114.688 T	52.002 T
		4, 5, 13, 14 // 1.3020	df	1.27	14.33	5.59
		9, 18 " 0.0760	dm	2.61	14.33	6.87
			da	4.19	14.33	8.15
		I/D//2 =	PROPELLER IMMERSION	-9.6 %	30.2 %	11.2 %
DETAIL OF EXCITER			MEASURING POINTS & INSTRUMENT			
SHIP EXCITER	TYPE OF EXCITER	UNBALANCED FORCE TYPE	MEASURING POINT & DIRECTION		TYPE OF PICK-UP	
	MAX. EXCIT. FORCE	2t 0	1	L, V*	UNBOUNDED TYPE U-GAUGE	
	DIRECTION OF EXCIT.	FORE & AFT	1'	L, V	"	
OTHER DESCRIPTION			1'	L, V	"	
EXCITER TEST WAS CARRIED OUT IMMEDIATELY AFTER LAUNCHING CRANK SHAFT, INTERMEDIATE SHAFT & FLY WHEEL HAD BEEN BROUGHT ON SHIP AT THIS EXCITER TEST.			5' *	L, V	"	
			6'	L, V*	"	
			A <sub>F</sub> **	L	DS-36S-L型差動變壓器	
			θ**		GUIGER TORSIOGRAPH	
* : ONLY EXCITER TEST						
** : ONLY TRIAL TEST						

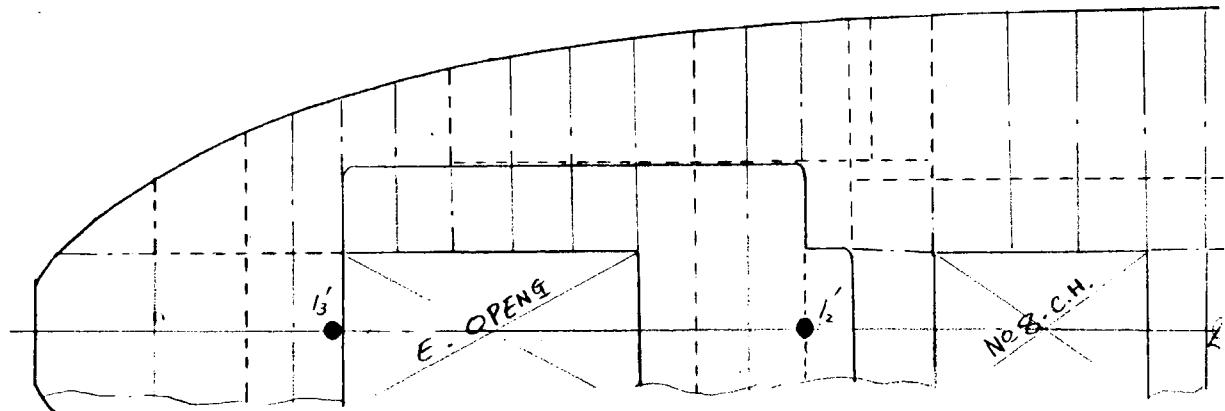
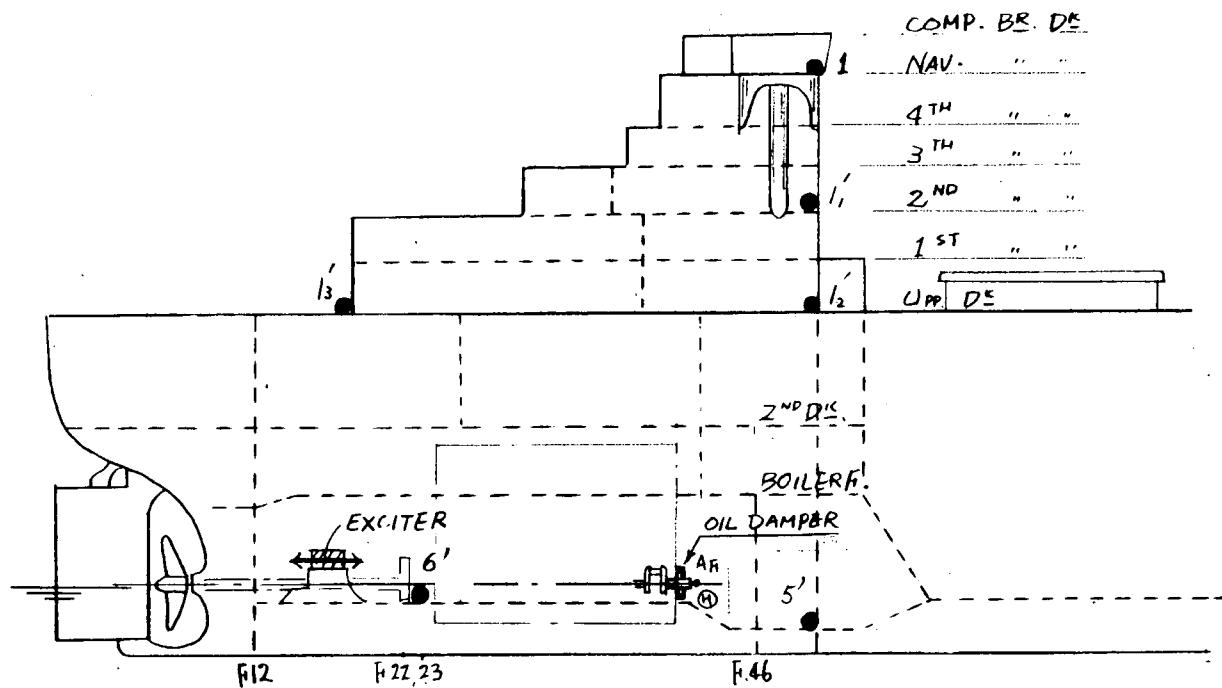


FIG 1.1.2.1 MEASURING POINTS

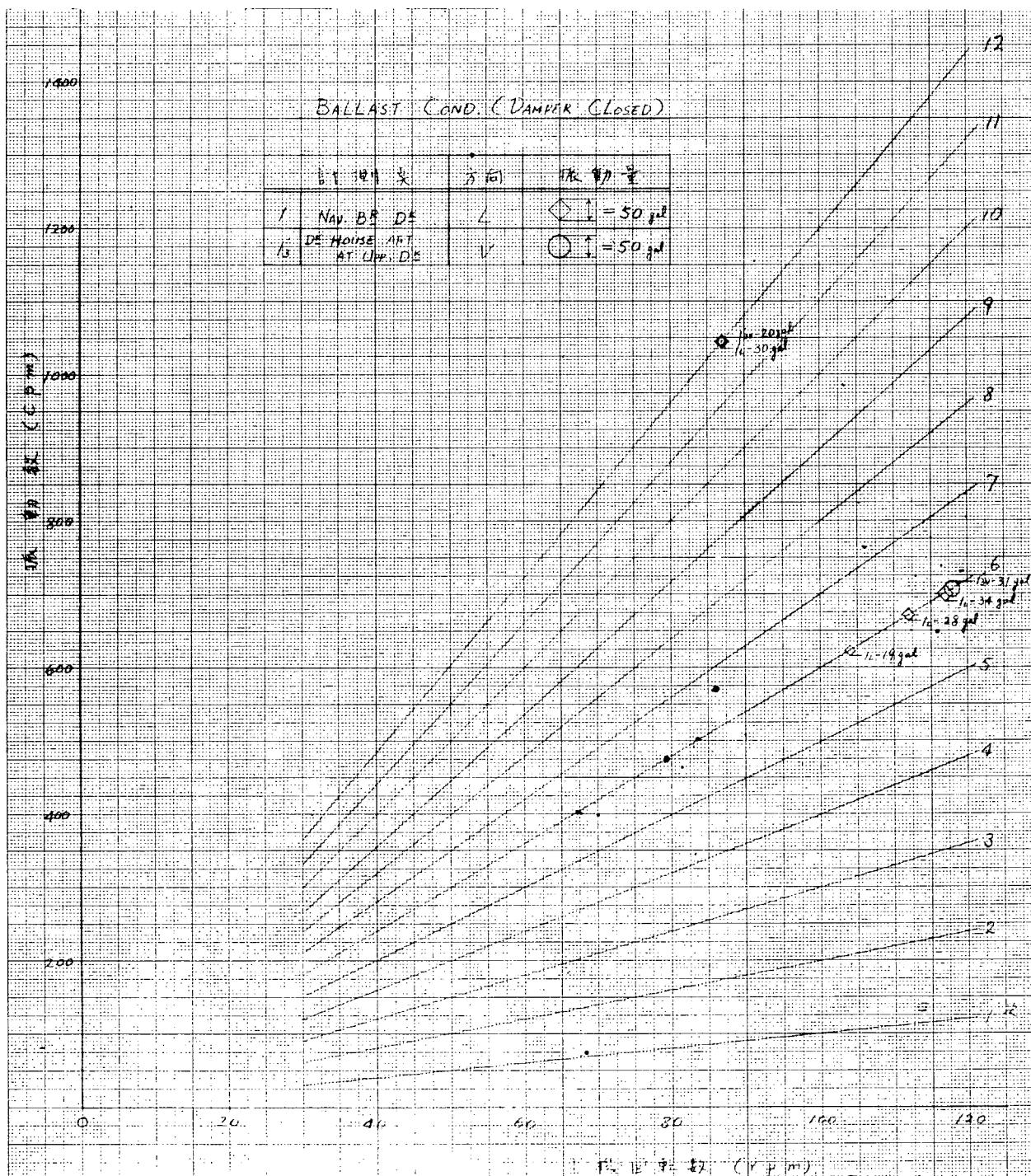


図 1.1 2.2

BALLAST COND. (DAMPER CLOSED)

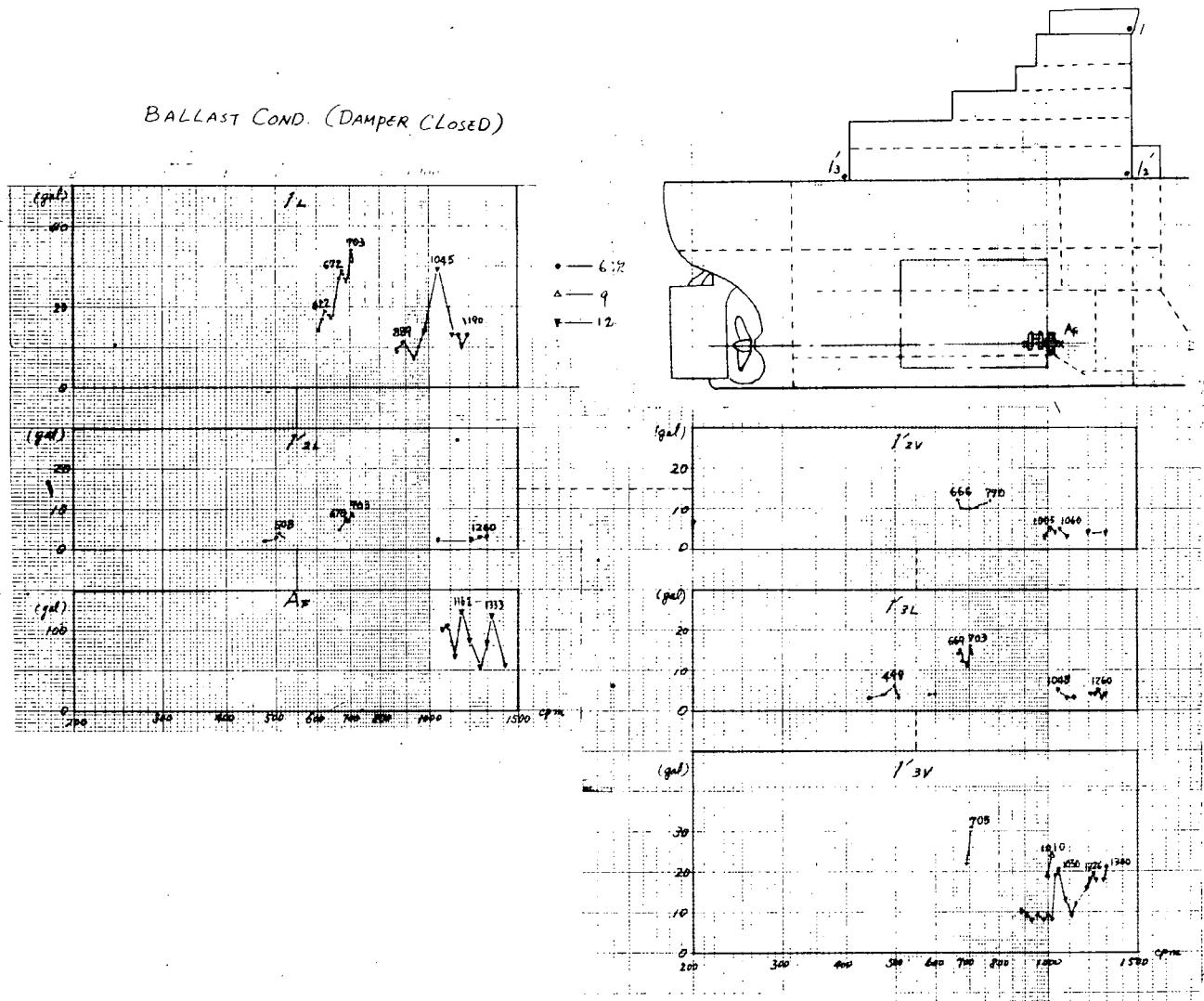


図 1. 1 2. 3

BALLAST COND (DAMPER OPEN)

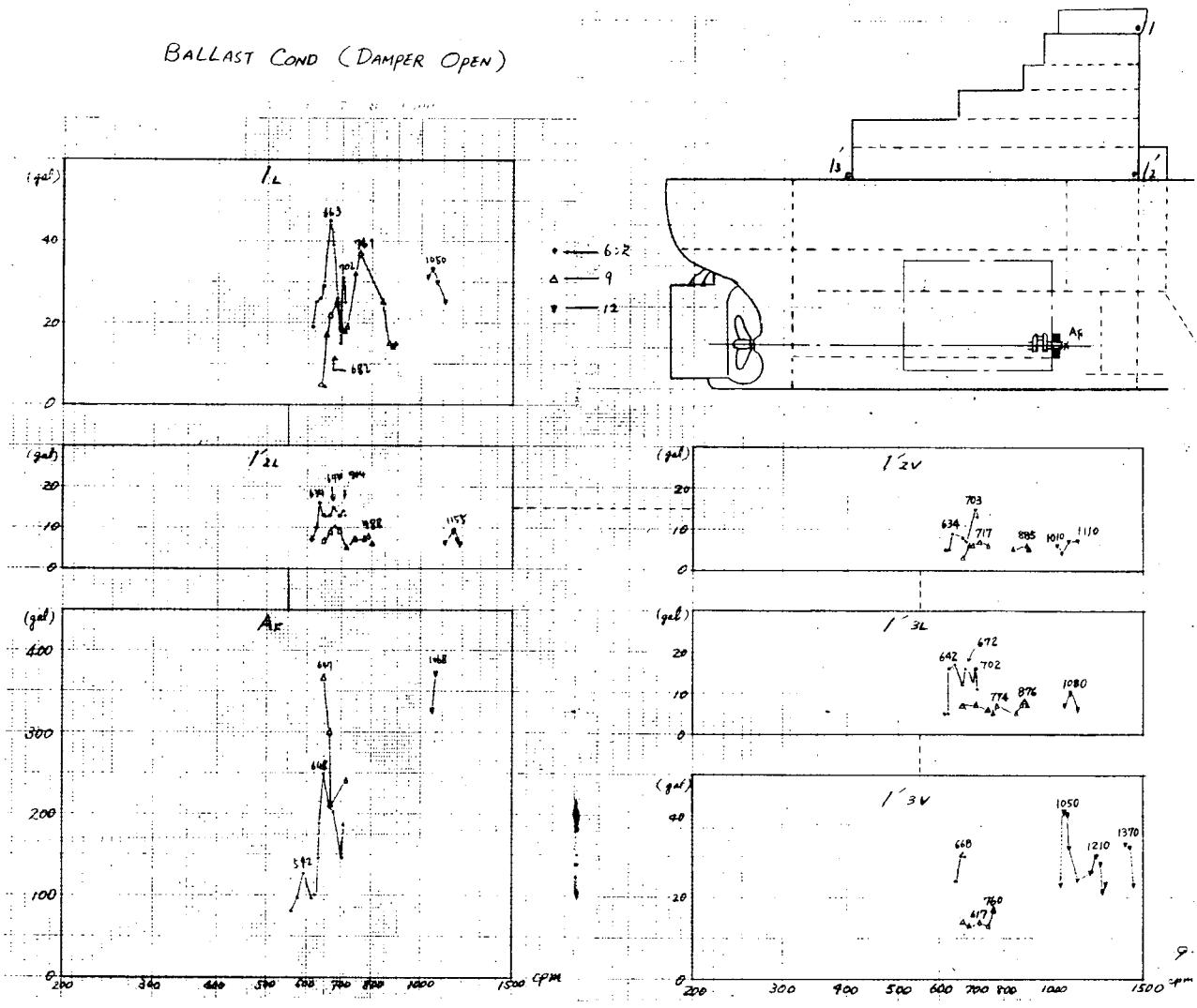
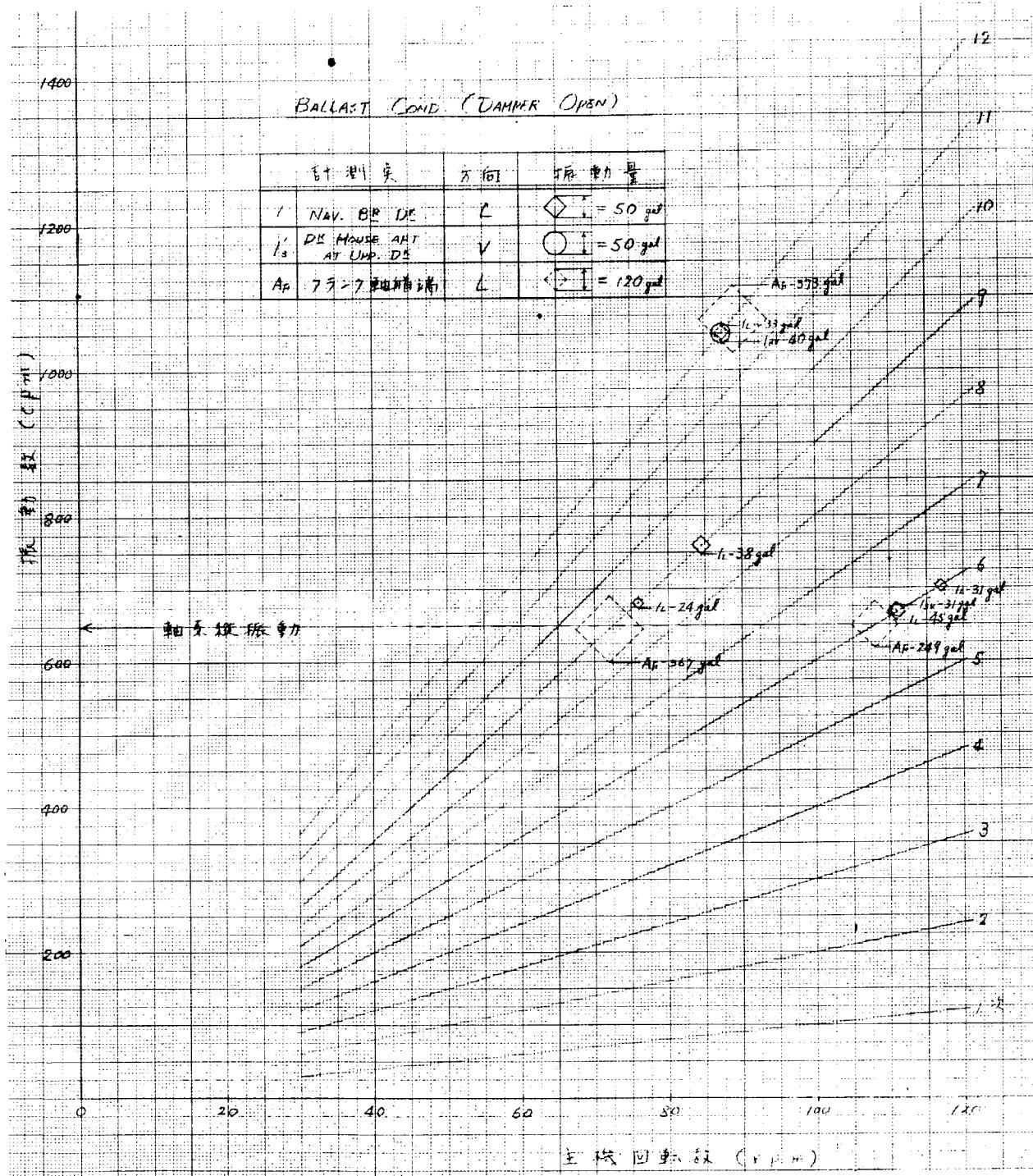


図 1.1.2.4



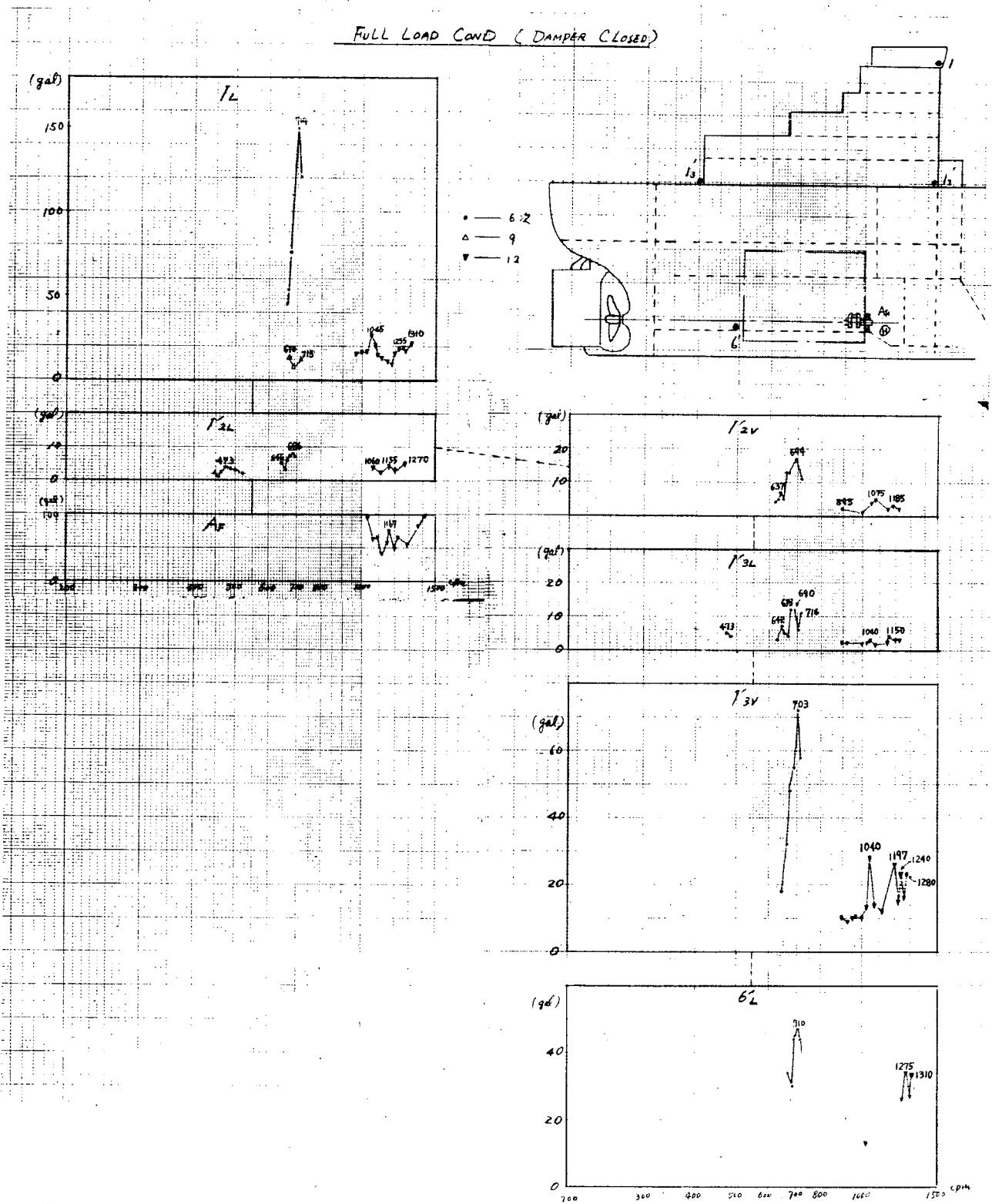


図 1.1.2.6

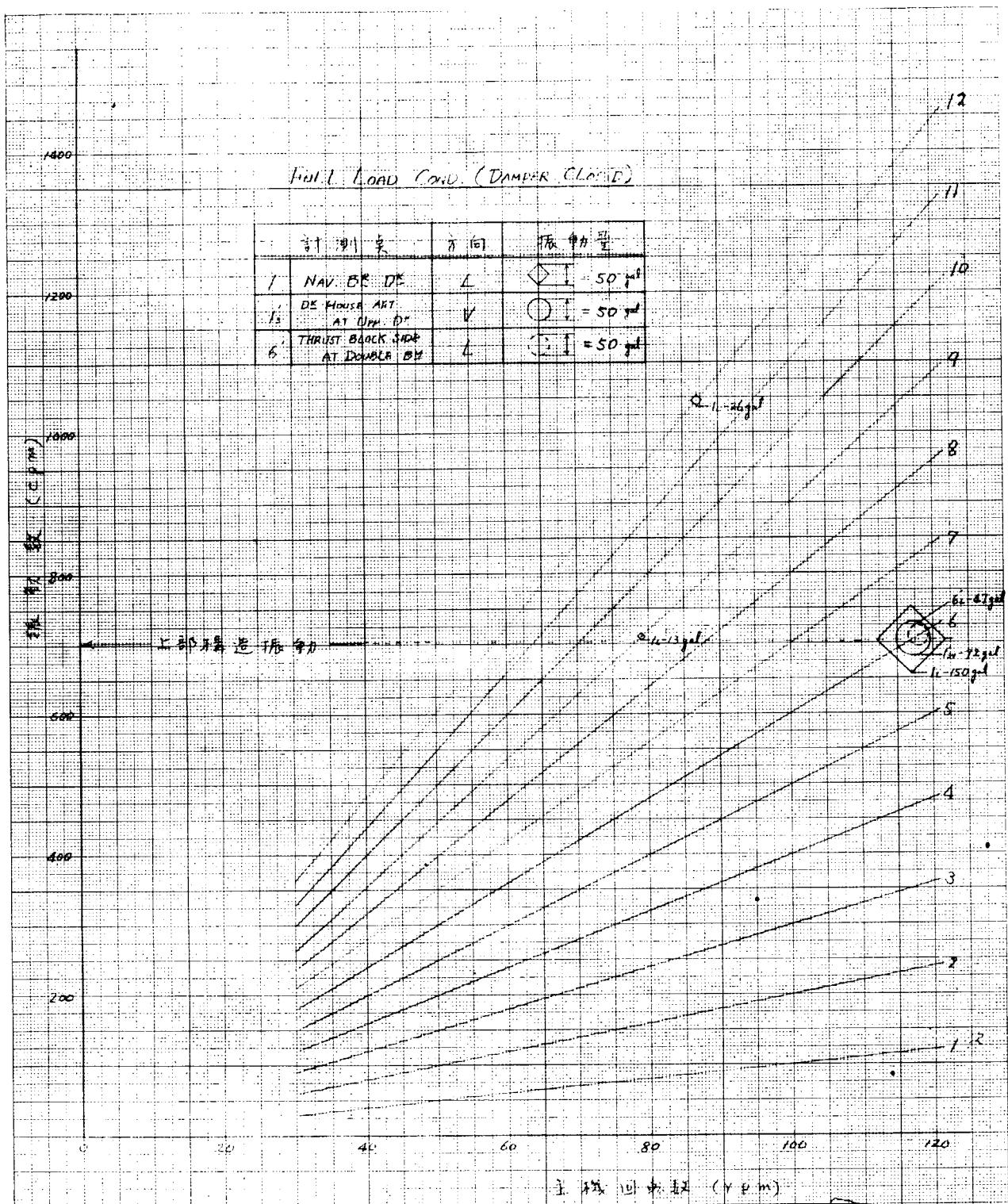


图 1.1.2.7

FULL LOAD COND (DAMPER OPEN)

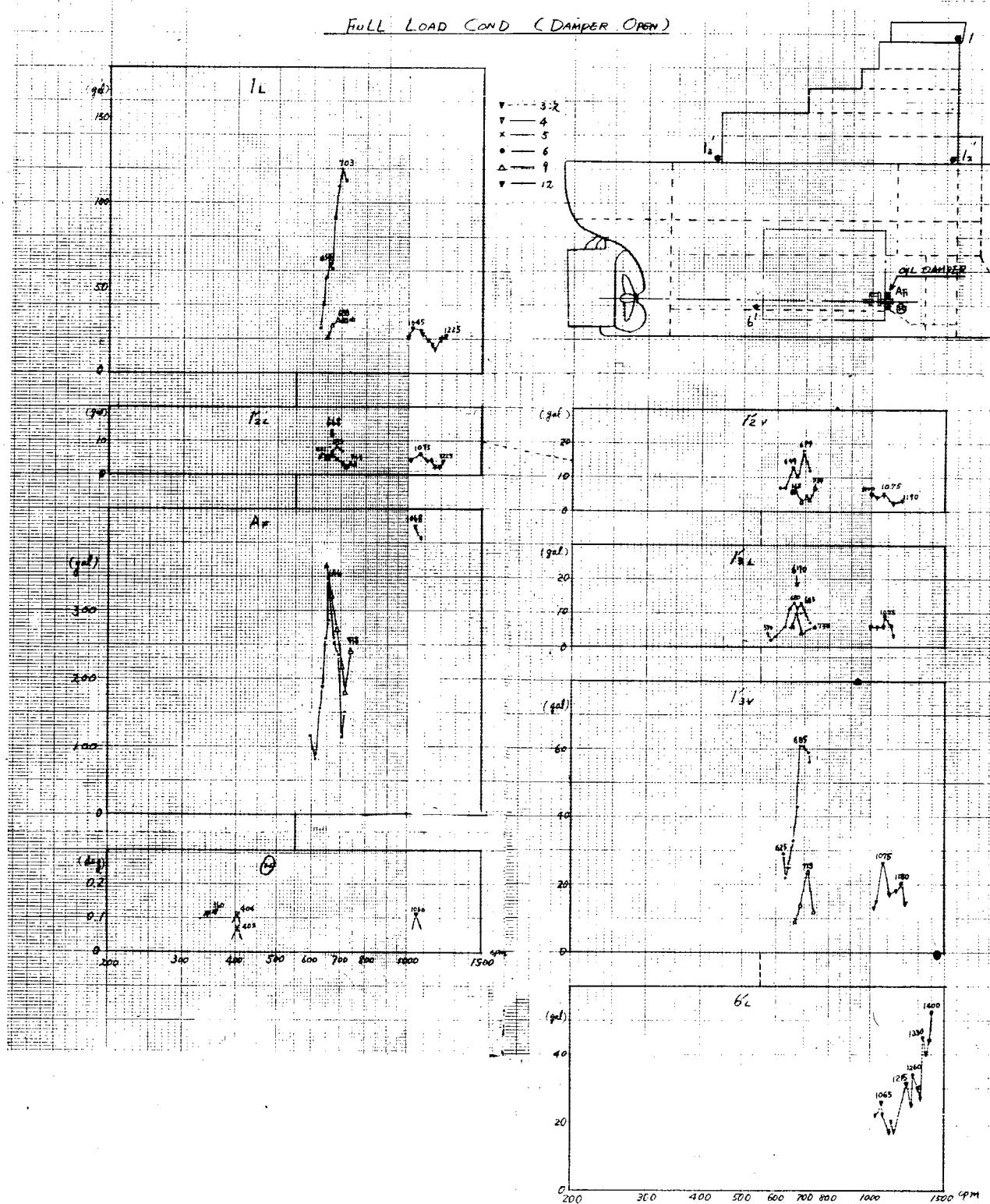


FIG 1.1-2.8

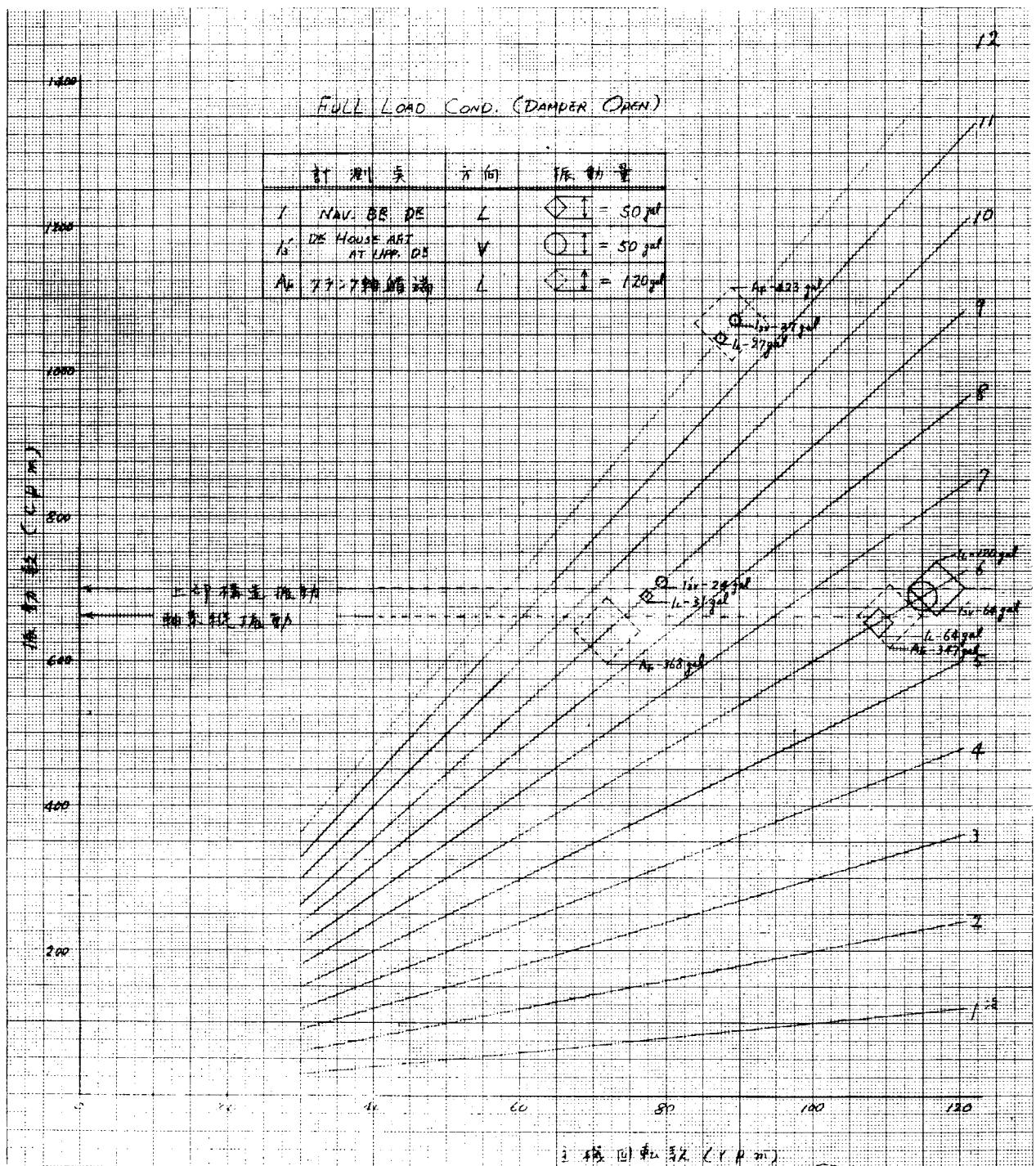


図 1.1.2.9

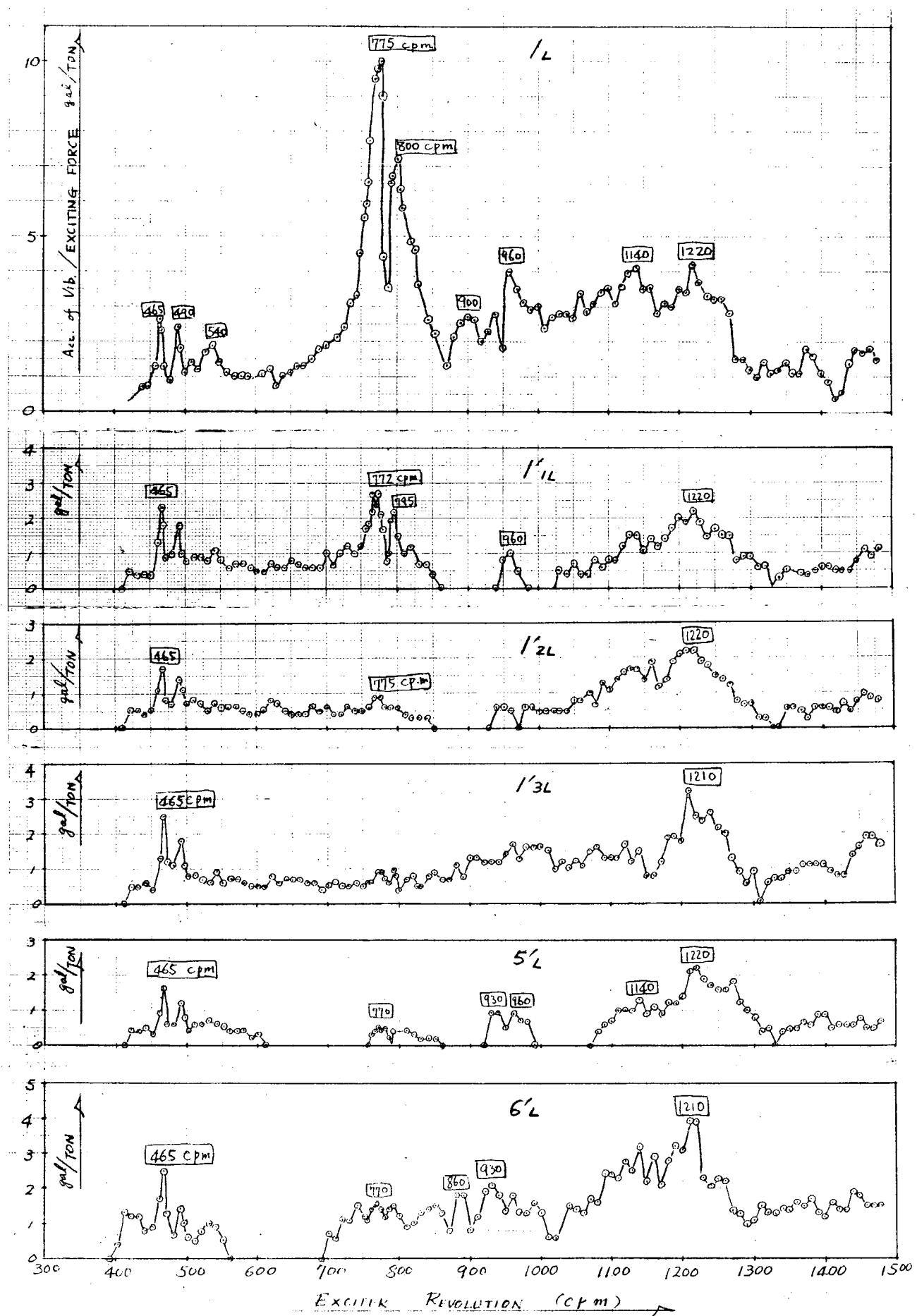
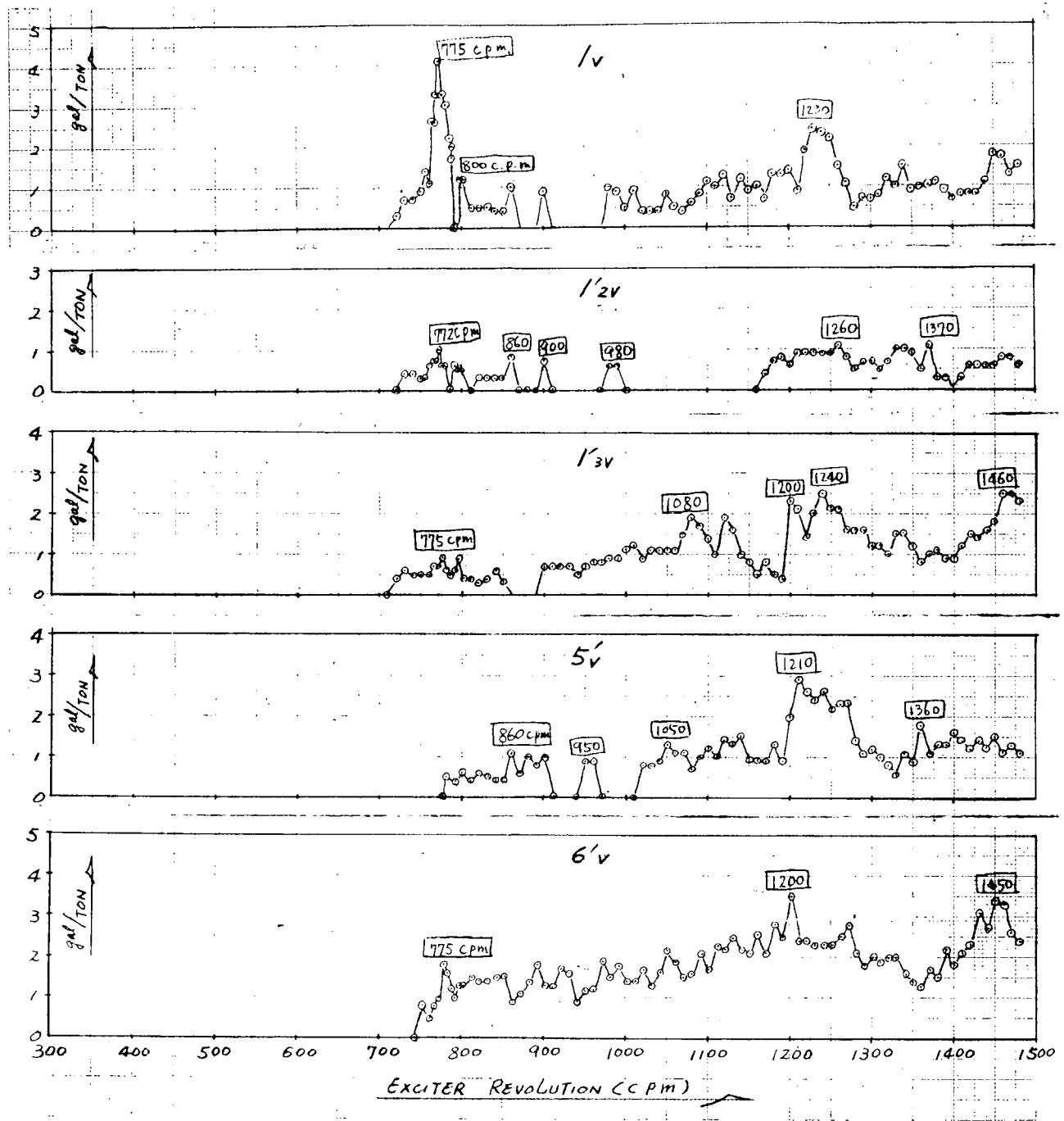


図 1.1.2.1.0



☒ 1.1 2.1 1

MODE CURVE AT RESONANCE  
(EXCITER TEST)

—Δ— 465 cpm  
—○— 775 cpm  
—□— 1220 cpm

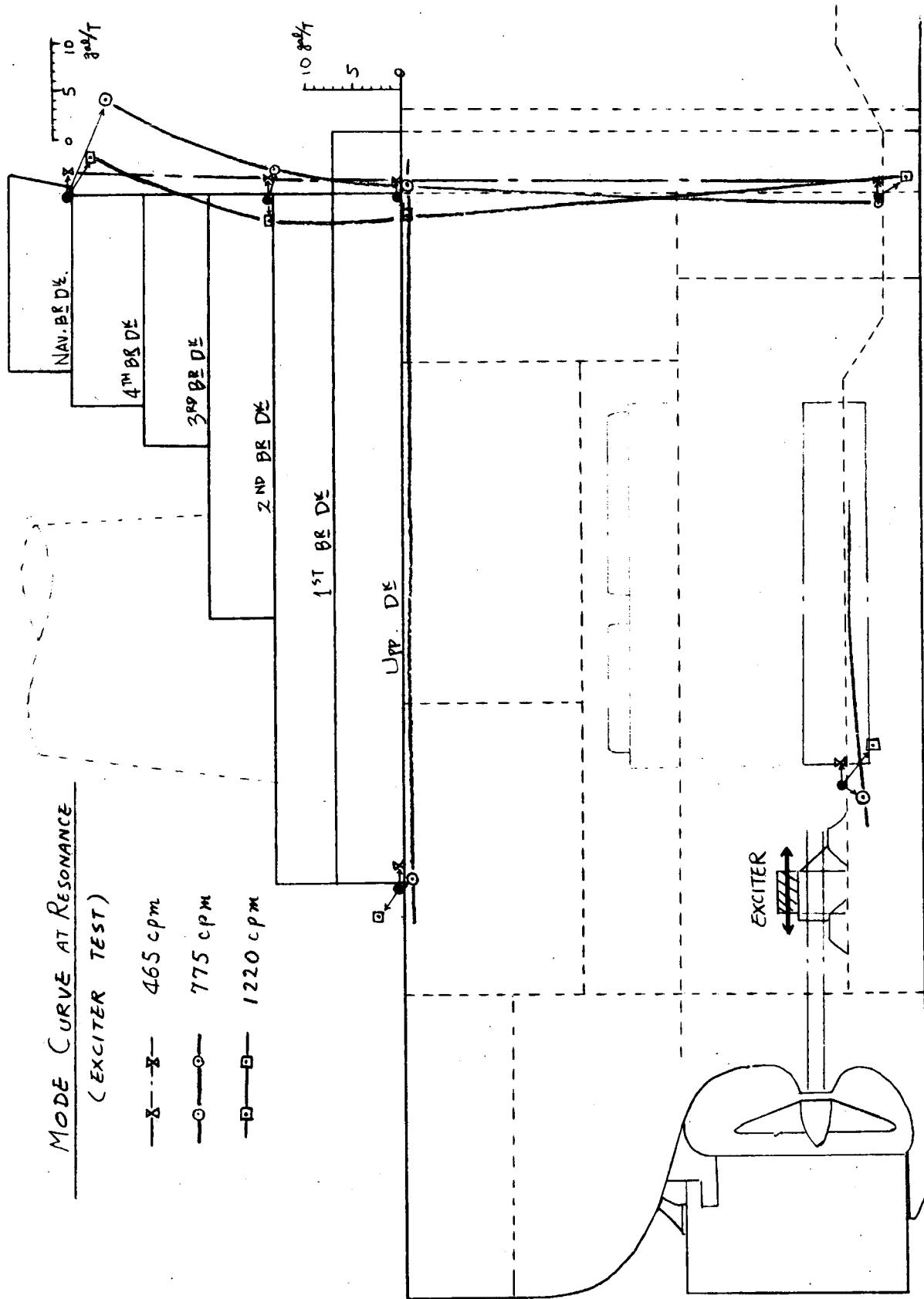


图 1.12.1.2 MODE CURVE AT RESONANCE( EXCITER TEST )

## [ 考 察 ]

本船はクラシク軸前端にオイルダンパを装備し、試運転時の満載、バラスト状態でダンパをOpenにした場合、Closeにした場合のそれについて計測を行なつた。

その結果、ダンパをCloseにするとクラシク軸の前端の縦振動はほとんど抑制される。このとき上部構造の前後振動は9次の振動は半減するが6次の振動はあまり小さくならず、主軸回転数の高いところではダンパをCloseにしたために反つて振動が大きくなつたところも現われている。

これはダンパが軸系縦振動全体を抑制するに至らずスラストプロックから二重底を通じて船体に伝わる力はダンパによつてあまり抑制されていないからであろうと考えられる。

また、満載状態のほうがバラスト状態の時より船体の振動の大きさが大きくなつているが、これはBlade Freq.のSurface Forceの影響が満載状態のほうがバラスト状態のときより大きいからではないかと推察される。

## 2. 機関架構振動と船体振動の関連の検討

### 2.1 供試資料

検討に用いた資料を表 2.1.1 に示す。

表 2.1.1 検討供試資料

担当社	供試船	機 関	船 体	プロペラ 数	テ 斯 ト 条 件	備 考	資料 No.
三菱神戸	41-C	6RD90	54,000 D.W.T. B.C.	5	Full, Bracing無し		41-C
"	42-J	9RD90	88,000 " O.T.	5	" "		42-J
佐世保	41-H	DM850/1700VGA9U	89,000 " O.T.	6	Ballast "		41-H-1
					Full "		-2
I H I	42-G	10RD90	84,000 " O.O.C.	5	B. No Load, "		42-G-1
					Full "		-2
I H I 横	43-D	9RD90	63,000 " O.T.	5	B. No Load B.付き		43-D-1
					B. " B.無し		2
					Ballast B.付き		3
					Ballast B.無し		4
					Full B.付き		5
日立	41-J	984-VT2BF-180	74,000 " B.O.O.C.	5	Ballast B.付き		41-J-1
					Full B.付き		2
					Ballast B.無し		3
日立	42-I	1284-VT2BF-180	128,000 " O.T.	5	Full B.付き		42-I-1
					" B.無し		2
					Ballast B.無し		3

### 2.2 検討

検討結果を表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 関連の検討

資料 No.	影響方向	関 連 の 状 態	振 幅 比
41-C	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 架構 H 形振動 (<math>65 \text{ rpm} \times 6 \text{ 次} = 390 \text{ cpm}</math>) は <math>5-V</math>、 <math>5-H</math>、 <math>2-H</math> に振動を与える。</li> <li>○ 架構 X 形振動 (<math>88 \text{ rpm} \times 9 \text{ 次} = 792 \text{ cpm}</math>) は小さく影響は不明。</li> <li>○ <math>116 \text{ rpm}</math> 6 次 = <math>700 \text{ cpm}</math> の架構振動は <math>5-V</math> には影響するが、 <math>5-H</math> には影響しない。</li> <li>○ <math>470 \text{ cpm}</math> 5、6 次のピークが <math>2-H</math>、 <math>ex, 6</math> 次 <math>5-V</math> にあるが機関への影響は小さい。</li> <li>○ 低次の船体振動は機関にも <math>ex, 95 \text{ cpm}</math> { 2 次 : <math>2-H</math> / <math>3-H</math> = <math>0.03 / 0.05 = 0.6</math> 現われる。</li> <li>○ 架構 H 形振動 (<math>48 \text{ rpm} \times 9 \text{ 次} = 432 \text{ cpm}</math>) は小さく、影響は不明。</li> </ul>	$5V/3H = 0.06 / 0.405 = 0.148$ $5H/3H = 0.145 / 0.405 = 0.36$ $2H/3H = 0.031 / 0.405 = 0.077$ $5H/3H = 0.015 / 0.225 = 0.07 (?)$ $5V/3H = 0.045 / 0.225 = 0.2$ $2H/3H = 0.025 / 0.08 = 0.31$ $5V/3H = 0.04 / 0.08 = 0.5$ $2H/3H = 0.03 / 0.05 = 0.6$ $5H/3H = 0.39 / 0.27 = 1.44$
42-J	機 → 船		

資料No	影響方向	関連の状態	振幅比
41-H-1	不明 船 → 機 機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>架構X形振動(1125 rpm × 6次 = 675 cpm)は4V、2Hに影響を与える。</li> <li>350 cpm 3次、5次のピークが2H、ex.3次4V、3'Hにある。</li> <li>580 cpm 5次のピークが2H、4V、3'Hに影響する。</li> <li>低次の船体振動は機関にも現われる。</li> <li>架構X形振動(576 cpm、6次)は4'V、2Hに影響。</li> <li>架構X形振動(576 cpm、5次)も同様、ただし影響は極めて小さい。</li> <li>架構x形振動(1120, 1250 cpm, 12次)は4'Vにのみ影響。</li> <li>軸系振り1節振動は3、3'H、4'Vに影響。</li> <li>軸系振り2節振動は3、3'Hには影響するが4'Vには影響なし。</li> <li>船体上下、左右振動(600~700 cpm, 6次)は3、3'Hに影響。</li> <li>低次の船体振動は機関に影響する。 ex. { 50 cpm 1次 2H/3H = 0.51 / 0.312 = 1.63 100 cpm 1次 2H/3H = 0.55 / 0.255 = 2.15 が現われる。</li> </ul>	$4V/3'H = 0.055/0.6 = 0.092$ $2H/3'H = 0.06/0.6 = 0.10$ $2H/3'H = 0.12/0.32 = 0.38$ $2H/3'H = 0.075/0.22 = 0.34$ $4'V/3'H = \frac{0.028}{0.15} = 0.187$ $2H/3H = \frac{0.035}{0.20} = 0.175$ $\approx 0$ $4'V/3'H = \frac{0.018}{0.055} = 0.33$ $2H/3H = 0.047/0.147 = 0.32$ $2H/3H = 0.51 / 0.312 = 1.63$ $2H/3H = 0.55 / 0.255 = 2.15$ $2H/3H = \frac{0.015}{0.17} = 0.088$ $4'V/3'H = 0.022 / 0.094 = 0.23$ $2H/3H = 0.015 / 0.17 = 0.088$ $4'V/3H = 0$ $2H/3H = 0.04 / 0.15 = 0.27$ $2H/3H = \frac{0.01}{0.06} = 0.17$ $2H/3H = \frac{0.009}{0.06} = 0.15$ $2H/3H = \frac{0.02}{0.06} = 0.33$ $2H/3H = \frac{0.0095}{0.05} = 0.19$ $2H/3H = \approx 0$ $4H/3H = 0.028 / 0.13 = 0.215$ $4V/3H = 0.011 / 0.13 = 0.085$ $2H/3H = \approx 0$ $2H/3H = 0.06 / 0.23 = 0.26$ $2H/3H = 0.05 / 0.23 = 0.22$ $2H/3H = 0.027 / 0.13 = 0.21$ $2H/3H = \approx 0$
-2	機 → 船 不 明	<ul style="list-style-type: none"> <li>架構X形振動が528、650 cpmに存在するが船体に与える影響は小さい。</li> <li>架構x形振動については41-H-1と同じ。</li> <li>600 cpm付近に5次の架構振動があるが船体に与える影響は小さい。</li> <li>3Hに360 cpm 3次、470 cpmに4次(3'Hにもあり)のピークがあるが船体への影響は小さい。 ex. 360 cpm</li> <li>600~700 cpmに6次の上下振動があるが機関への影響は小さい。</li> <li>低次の船体振動は機関にも現われる。</li> </ul>	$2H/3H = 0$ $2H/3H = 0.015 / 0.17 = 0.088$ $4'V/3H = 0.022 / 0.094 = 0.23$ $2H/3H = 0$ $2H/3H = 0.04 / 0.15 = 0.27$ $2H/3H = \frac{0.01}{0.06} = 0.17$ $2H/3H = \frac{0.009}{0.06} = 0.15$ $2H/3H = \frac{0.02}{0.06} = 0.33$ $2H/3H = \frac{0.0095}{0.05} = 0.19$ $2H/3H = \approx 0$ $4H/3H = 0.028 / 0.13 = 0.215$ $4V/3H = 0.011 / 0.13 = 0.085$ $2H/3H = \approx 0$ $2H/3H = 0.06 / 0.23 = 0.26$ $2H/3H = 0.05 / 0.23 = 0.22$ $2H/3H = 0.027 / 0.13 = 0.21$ $2H/3H = \approx 0$
42-G-1	機 → 船 船 → 機	<ul style="list-style-type: none"> <li>架構X振動(687 cpm 7次および6次)は4V、4H、2Hに影響する。 ex. 7次</li> <li>725 cpm 6次の船体振動(上構左右)は3Hに影響する。</li> <li>上構左右 605 cpm 5、6次振動、船体左右 550 cpm 5次振動は影響なし。</li> <li>架構X形振動(687 cpm 7、6次)は4H、4Vにはわずか影響し2Hには影響しない。</li> </ul>	$4V/3H = \frac{0.01}{0.06} = 0.17$ $2H/3H = \frac{0.009}{0.06} = 0.15$ $4H/3H = \frac{0.02}{0.06} = 0.33$ $2H/3H = \frac{0.0095}{0.05} = 0.19$ $2H/3H = \approx 0$ $4H/3H = 0.028 / 0.13 = 0.215$ $4V/3H = 0.011 / 0.13 = 0.085$ $2H/3H = \approx 0$ $2H/3H = 0.06 / 0.23 = 0.26$ $2H/3H = 0.05 / 0.23 = 0.22$ $2H/3H = 0.027 / 0.13 = 0.21$ $2H/3H = \approx 0$
-2	機 → 船 船 → 機(?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>505 cpm 5次の2H振動は3Hに影響する。</li> <li>600 cpm 5次の2H振動は3Hに影響する。</li> <li>420 cpm 4次の2H振動は3Hに影響する。</li> <li>3H → 2V 架構X振動(628 cpm 6次) H振動(630 cpm 9次)影響あり。</li> </ul>	$2H/3H = 0.06 / 0.23 = 0.26$ $2H/3H = 0.05 / 0.23 = 0.22$ $2H/3H = 0.027 / 0.13 = 0.21$ $2H/3H = \approx 0$
43-D-1	機 → 船	3H → 2V 架構X振動(628 cpm 6次) H振動(630 cpm 9次)影響あり。	

資料 No	影響方向	関連の状態	振幅比
	船 → 機	○ 2V → 3H 730 cpm 6次 1020 cpm 9次は影響あり。他はなし。	
-2	機 → 船	○ 3H → 5'V → 2V 架構X振動(616 cpm 6次)、H振動416 cpm 9次)、H'振動(630 cpm 9次)関連あり。	
	船 → 機	○ 2V → 3H 571 cpm、685 cpm以外関連なし。	
-3		○ 5'V - 5''V - 2V は関連があるが、それと3Hは余り関連なし。	
-4		○ 同上	
-5		○ 同上	
41-J-1	機 → 船	○ 架構H形振動(765 cpm 9次)は極めて小さくその影響はほとんどない。 ○ 架構X形振動(996 cpm 12次)が船体に与える影響はある。 ただしこの場合、軸系振り2節(1020 cpm)の影響をうけている。	$\{ \frac{4'H}{3H} = 0.007 / 0.027 = 0.26$ $4V / 3H = 0.009 / 0.027 = 0.33$
	船 → 機	○ 2H の計測を実施していないので詳細は不明であるが 545 cpm に 5次の船体振動のピークが3、3'Hに見られる。 ○ 船体上下振動の影響は3、3Hの上には見られない。 ○ 低次の船体振動が存在するが、それによつて架構振動も見られる。左右振動はねじり成分も含み船底振動が極めて大きい。	$\frac{4V}{3H} = \frac{0.025}{0.098} = 0.255$ $\frac{4H}{3H} = \frac{0.052}{0.098} = 0.53$
-2	機 → 船	○ 架構H形振動は二重底との連成によつて 567 cpm 9次と 730 cpm 9次があるが、振幅は小さく、かつ船体振動と重なつて船体への影響は不明。 ○ 架構X形振動も同様に 660 cpm 6次と 980 cpm 12次があるが、船体への影響が見られる。ただし 980 cpm は軸系振り2節の影響をうけている。	$\{ 82 \text{ cpm } 1 \text{ 次 } \frac{4H}{3H} = 3.0$ $113 \text{ cpm } 1 \text{ 次 } \frac{4H}{3H} = 9.8$
	船 → 機	○ 462、545 cpm に 5次の船体振動のピークが見られるが、上下方向にもピークがありねじり振動と思われる。 ○ 低次の船体左右振動はねじりを含んで現われている。ここで、81 cpm の振動は振幅比に示されるように架構上下のみに生じ、船底部は 76 cpm にてピークを生じている。	$\{ 4V / 3H = 0.027 / 0.08 = 0.34$ $4H / 3H = 0.017 / 0.08 = 0.21$ $4V / 3H = 0.055 / 0.057 = 0.97$ $4H / 3H = 0.025 / 0.057 = 0.44$
	機 → 船	○ 架構、H形およびX形は 41-J-2 と同様、2個ずつ現われているが、その振幅は 670 cpm 6次X形以外は小さく、船体振動に及ぼす影響は見られない。	$\{ 4H / 3H = 0.167 / 0.153 = 1.1$ $4V / 3H = 0.045 / 0.153 = 0.29$
	船 → 機	○ 500 ~ 560 cpm に 5次の船体振動が見られる。	$\{ 500 \text{ cpm } 4H / 3H = 0.05 / 0.06 = 0.83$ $530 \text{ cpm } 4'H / 3'H = 0.035 / 0.135 = 0.26$ $4'V / 3'H = 0.018 / 0.135 = 0.13$

資料 No.	影響方向	関連の状態	振幅比
42-I-1	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>低次の船体左右振動は 72.5 cpm, 97 cpm 1次が見られる。</li> <li>架構 H 形振動 76.4 cpm (2 次) は小さく、船体への影響は見られない。</li> <li>架構 X 形振動のピークは架構の前、後端で異なり 3' H : 70.0 cpm, 3H : 68.4 cpm (6 次) であるが、その影響は 4H には見られるが、1" H には見られない。</li> <li>架構 x 形振動は極めて小さく、船体への影響は見られない。</li> <li>3' H では軸系ねじり 2 節によるピークが見られるが船体への影響は見られない。</li> </ul>	$4H/3H = 0.008/0.064 = 0.125$ $4V/3H = 0.036/0.064 = 0.56 (?)$ $1''H/3H = \dots = 0$
	船 → 機		
-2	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>41.7, 55.0 cpm (5 次) 船体振動 (1" H) が見られるが架構によよぼす影響は余りない。</li> <li>117 cpm 1 次の船体左右振動が見られる。</li> <li>架構 X 振動 (3H : 64.0 cpm, 3' H : 65.8 cpm, 6 次) の影響は 4H, 5H, 5' H (6 次) は見られるが 1", 3, H 振動への影響はほとんどない。</li> <li>H, x 形振動は極めて小さく船体への影響はない。</li> </ul>	$1''H/3H = 0.045/0.025 = 1.8$ $4H/3H = 0.056/0.055 = 1$ $4H/3H = 0.028/0.183 = 0.15$
	船 → 機		
-3	機 → 船	<ul style="list-style-type: none"> <li>26.5, 56.6 cpm (5 次) の船体振動 (1" H) があるが、架構によよぼす影響は余りない。また船体上下振動による影響も余りない。</li> <li>架構 X 振動 (60.2 ~ 61.0 cpm および 68.2 ~ 70.0 cpm, 6 次) の影響はかなり小さい。 ex 60.2 cpm</li> <li>H, x 形振動は極めて小さく、船体への影響はない。</li> </ul>	$1''H/3H = 0.018/0.180 = 0.10$ $4H/3H = 0.028/0.180 = 0.155$ $4V/3H = 0.025/0.180 = 0.14$
	船 → 機	<ul style="list-style-type: none"> <li>1" H (25.0, 30.0, 35.0, 58.0 ex. 58.0 cpm cpm 5 次, 37.0 cpm 6 次) のピーカーがあるが、30.0, 58.0 cpm 5 次のみ 3H に現われている。</li> </ul>	$1''H/3H = 0.043/0.104 = 0.41$

表 2.2.1 に記した振幅比は機関→船体への影響の場合は、その値が小さいほど影響度が小さく、反対に船体→機関への影響の場合は、その値が大きいほど影響度が小さい。いま上表からその値を抽出すると

#### a 機関左右振動が船体へ伝播する場合

二重底上下振動に対する振幅比		0.085 ~ 0.33	平均 0.19 (11 ケース平均)
" 左右	"	0.125 ~ 0.36	" 0.21 (9 "
船尾 左右	"	0.077 ~ 0.175	" 0.12 (5 "
b 船尾左右振動が機関左右振動への伝播		0.19 ~ 0.38	" 0.28 (9 "
(上甲板 (1" ))	"	0.41 ~ 1.8	" 0.97 (3 "

ただし、振幅比 = 0 のものは含めなかつた。また影響方向の不明なものは船体振動とした。以上の検討結果から次のことがわかる。

- (1) 機関横振動の船体への伝播においては、機関架台上または二重底の左右方向振動に対する影響が最も大きく影響度は 1.25 ~ 3.6 % (平均 2.14 %) である。そしてその上下振動に対しては影響度 8.5 ~ 33 % (平均 18.6 %) を示す。

船体の全体左右振動または船尾左右振動に対しては船尾端振幅に対する影響度は7.7～17.5%（平均11.8%）でかなり小さく、機関横振動が船体振動に及ぼす影響が予想より小さいことを示す。

(2) 一方、船体左右振動が機関架構横振動に及ぼす影響は、船体左右振動がねじり成分を含むので厳密には明らかでないが

(2-1) 低次（低振動数）の船体振動では、架構は船体の一部として共に振動する形態を示すが

(2-2) 高次（高振動数）の船体振動については、船尾端振幅との振幅比を取ると $2H/3H = 1.9 \sim 3.8\%$ （平均27.8%）を示し、架構振幅は船尾端振幅の約3.5倍の値を示す。すなわち船体振動の伝播による架構振動は船尾端振幅の約3.5倍の値を示す。すなわち船体振動の伝播による架構振動は船体そのものの振幅より大きい振幅を持つ。そして本検討結果では $2H/3H = 0.2$ が船体→機関、機関→船体の境界振幅比であり、 $2H/3H < 0.2$ の場合、機関架構横振動が船体へ伝播し、 $2H/3H > 0.2$ の場合船体振動が機関架構に伝播すると判断してよさそうである。

### 3. 軸系振動と船体振動の関連の検討

#### 3.1 供試資料

前掲の実船計測資料に基き軸系振動と船体振動の関連を検討した。

本章で、検討に供試する資料は次表のとおりである。

担当社	供試船	機 関	船 体	プロペラ翼数	テ 斯 条 件	備 考	資料№
三菱長崎	H-4	TURBINE 18000PS	52,000LT O.O.	5	Ballast		H-4
川崎重工	41-E	K9Z 93/170E	118,400KT O.T.	6	Ballast with Bracing		41-E
					Full with Bracing		41-E
三菱長崎	41-G	TURBINE 30000PS	156,700KT O.T.	6	Ballast		41-G
日 立	41-J	984-VT2BF -180	74,100LT O.B.O.	5	Ballast with Bracing		41-J-1
					Full with Bracing		41-J-2
石 播 相 生	42-G	10RD 90	84,200KT O.O.	5	Ballast(NO LOAD) with Bracing		42-G-1
					Full with Bracing		42-G-2
日 立	42-I	1284-VT2BF -180	128,000LT O.T.	5	Full with Bracing		42-I-1
					Full without Bracing		42-I-2
					Ballast without Bracing		42-I-3
三 井 玉	42-K	884-VT2BF -180	60,150KT B.C.	5	Ballast		42-K
石 播 呂	43-D	9RD90	63,000LT O.T.	5	Ballast(NO LOAD) with Bracing		43-D-1
					Ballast(NO LOAD) without Bracing		43-D-2
					Ballast with Bracing		43-D-3
					Ballast without Bracing		43-D-4
					Full with Bracing		43-D-5
川崎重工	43-G	K9Z 86/160E	95,900KT O.O.	6	Ballast with Bracing		43-G
					Full with Bracing		

O.O : Oil or Ore Carrier, O.T : Oil Tanker, O.B.O : Ore Bulk or Oil Carrier,  
B.C : Bulk Carrier

### 3.2 検討

資料 No.	影響方向	関連の状況	振幅比
H - 4 バラスト	機 → 船 タービン	1. 推力変動率は 870 cpm で 10 次のピークがあるが、その附近で推力軸受台(7)にピークを与えていている。 2. 同様に、二重底(5')では 915 cpm に 10 次のピークがあるが推力変動の影響であろう。 3. また、船尾端上下振動(2)は 910 cpm で 10 次のピークがあるが、推力変動が大きくなる回転数と略一致する。	$5'V/7L = 23/120 = 0.192$ $2V/7L = 17/120 = 0.142$
	船 → 機 タービン	410 cpm に船体縦 1 節の固有振動数があるようで、440 cpm の船尾端上下のピーク、425 cpm の推力受台のピーク、推力変動率の 430 ~ 470 cpm のピークは、船体縦 1 節振動の影響とみられる。	
		トルク変動率は船体振動には関係ないようである。	
41-E バラスト 満載	機 → 船	1. 624 cpm に軸系縦振動(AF)の固有振動数があり、その附近で上部構造前後振動(1L)のピークが生じている。 2. 1,000 cpm 附近に 12 次の軸系縦振動ピークがあるがその附近でバラストでは上甲板(上構前端)(1')にやはりピークがみえ、満載では上部構造の前後振動にもピークがある。しかしこれだけのデータからは、起振源は船体か軸かは判然としない。	バラスト $1L/AF = 20/375 = 0.053$ 満載 $1L/AF = 22/253 = 0.087$ バラスト $1'L/AF = 2.0/150 = 0.133$ 満載 $1'L/AF = 10/150 = 0.063$ $1L/AF = 66/158 = 0.42$
		上部構造では他にバラスト満載とも 700 cpm 附近にピークがあるが、これは上部構造前後振動の固有振動数とみられる。	
41-G バラスト	船 → 機 タービン	450 cpm に 5 次のピークが、船尾端(2) 前後および上構(1) 前後にあらわれ、また軸系縦振動(AA)および推力変動にもピークがあるが、これは船体 2 節縦振動のためとみられる。	$1L/2L = 13/5 = 2.6$ $AA/2L = 8/5 = 1.6$
	機 → 船 タービン	970 cpm に 12 次のピークが軸系縦振動(AA) 上構前後(1L) 船尾端(2)の上下、前後にあらわれる。 これは軸系縦の固有振動数にあたり、軸系の縦振動が船体の振動に影響を与えていたためとみられる。	$1L/AA = 25/50 = 0.5$ $2L/AA = 29/50 = 0.58$ $2V/AA = 24/50 = 0.48$ $1L/2V = 25/29 = 0.86$
41-J -1 バラスト	機 → 船	1. 軸系縦振動(AF)は 545 cpm に固有振動数があり、このとき上構(1) 前後に 9 次のピークがあらわれている。 2. 550 cpm に 5 次のピークが、船尾端(2) 上下にあらわれているが、これも軸系の影響ではないかとみられる。	$1L/AF = 0.02/0.68 = 0.0295$ $2V/AF = 0.025/0.766 = 0.033$ $1L/2V = 0.01/0.025 = 0.80$
41-J -2 満載	機 → 船	1. 軸系縦振動(AF)の固有振動数が 550 cpm にあるが、このとき上構(1) 前後および船尾端(2) 上下に 9 次のピークが出る。 2. 軸ねじり 1 節の固有振動数は 384 cpm にあるが、このとき上構(1) の前後および船尾端(2) 上下に 9 次のピークがあらわれる。 軸ねじり振動が、軸前後振動をおこし、スラスト受を振動させ、船体に伝わることをデータは示しているようにみえる。この傾向はバラスト時にもある。	$550 \text{ cpm}$ $1L/AF = 0.038/0.76 = 0.050$ $2V/AF = 0.04/0.76 = 0.053$ $1L/2V = 0.038/0.04 = 0.95$

資料番号	影響方向	関連の状況	振幅比
4.2-G -1 繁留	機 → 船	590 cpm に軸縦振動 (AF) の固有振動数があるが、このとき上構 (1L) の前後および船尾端 (2) 上下にも 5次のピークがあらわれる。	$1WL/AF = 0.012/0.18 = 0.067$ $2V/AF = 0.022/0.18 = 0.122$ $1WL/2V = 0.012/0.022 = 0.55$
		550 cpm に上構 (1L) の前後、船尾端の上下、前後にピークがあらわれるが、このとき主機後端のベッドの上下にもピークがあらわれる。因果関係は不明であるが、このときはプロペラはまわっていないので主機の起振力によることは事実である。	$1WL/2V = 0.016/0.018 = 0.88$
4.2-G -2 満載	機 → 船	軸縦振動 (AF) の固有振動数は 630 cpm にあるが、このとき船尾端 (2) 上下に 5次のピークがあらわれる。また、上構 (1L) の前後振動にも 5次のピークがあるようである。	$2V/AF = 0.12/0.78 = 0.15$ $1WL/AF = 0.04/0.78 = 0.051$
		1. 575 cpm に上構 (1L) の前後および船尾端 (2) 上下に 5次のピークがあり、これが軸系 (AF) の縦振動の 560 cpm 附近の 5次のピークを誘発しているように見える。 2. この振動数では、主機後端のベッド、および二重底に上下振動のピークがあらわれ、主機架構の前後振動、軸系縦振動に伝播していくように見える。 あるいは二重底の上下振動が、これらの振動のもとであるのかも知れぬ。	$AF/2V = 0.34/0.12 = 2.83$ $1W6/2V = 0.10/0.12 = 0.83$
4.2-I -1 満載 ブレーキング 有	機 → 船	1. 軸縦振動 (AA, AF) は 445 cpm に固有振動を有するが、船尾 (2) 上下で 452 cpm に 6次のピークがある。少し振動数がはなれすぎているので、船尾の振動が軸系振動によるかどうかは判然としない。 2. 軸ねじり 1 節の固有振動数は 367 cpm にあるが、各点のデータをながめると、このとき軸の縦振動にピークを生じ、推力受台 (7) にもピークを生じて、船尾端 (2) 上下、上構 (1) 前後にピークを生ぜしめているとみられる。	$2V/AF = 0.072/0.91 = 0.079$ $2V/AA = 0.072/0.85 = 0.085$ $1L/2V = 0.11/0.045 = 2.45$
		船 → 機	上構前後振動 (1L) は 425 cpm にピークをもち、そのとき船尾端 (2) 上下にピークが生ずる。425 cpm は 5次、6次、9次でピークを示し上構の固有振動数とみられる。これが軸系の縦振動に小ピークを生じさせているとみられる。
4.2-I -2 満載 ブレーキング 無	機 → 船	1. 軸縦振動 (AA, AF) の固有振動数は 445 cpm である。上構、船尾端のデータはないが、4.2-I-1 の case と同様の影響を船体に与えていると思われる。 2. 軸のねじり振動も 4.2-I-1 の case と同様に推力受台の前後振動にピークを生ぜしめている。	
4.2-I -3 バラスト ブレーキング 無	機 → 船	1. 軸縦振動 (AF) の固有振動数は 450 cpm である。上構 (1) の固有振動数は 429 cpm とみられるが 450 cpm でも小ピークを生じている。このとき船尾端 (2) 上下にもピークがあるが船体上下振動のピークとみられる。 2. 軸ねじり 1 節振動の固有振動数は 370 cpm で、これが軸縦振動、推力受台前後振動にピークを生ぜしめ上構前後、船尾端上下、前後の振動にピークを生ぜしめている。	$450 \text{ cpm}$ $1L/AF = 0.26/0.55 = 0.47$ $2V/AF = 0.086/0.26 = 0.33$ $1L/2V = 0.26/0.086 = 3.0$
4.2-K	機 → 船	1. 軸縦振動 (AF) の固有振動数は 550 cpm である。上構 (1) の固有振動数は 516 cpm とみられるが 550 cpm	$550 \text{ cpm}$ $1L/AF = 2.25/410 = 0.055$ $2V/AF = 28/410 = 0.068$

資料No.	影響方向	関連の状況	振幅比
		<p>でも小ピークを生じている。</p> <p>2. 550 cpm では船尾端(2)上下にもピークを生じている。</p> <p>3. 軸ねじり1節振動の固有振動数は368 cpm にあるが、このとき推力受(TB)の前後振動、二重底(5')の上下振動にもピークがあらわれ、船尾端(2)の上下振動、上構(2)の前後にもピークがあらわれている。これらのピークは8次の振動である。</p>	$1L/2V = 22.5/28 = 0.80$ $516 \text{ cpm}$ $1L/2V = 33/14 = 2.25$
	船 → 機	<p>1. 上構(1)の前後振動のピーク(固有振動数とみられる)は516 cpm で大きい。このとき船尾端(2)の上下振動にも小ピークがあらわれ、二重底(5')上下、推力受(TB)前後、にも小ピークがあらわれているが、軸の縦振動にも影響して(AF)で小ピークがあらわれている。これらのピークは5次の振動である。</p>	$AF/1L = 120/33 = 3.65$ $5'V/1L = 14.5/33 = 0.44$ $TB/1L = 16/33 = 0.485$
43-D -1	機 → 船	<p>No load test の Case であるが(Bracingあり)</p> <p>軸縦振動(AF)の固有振動数は635 cpm ~ 640 cpm である。この附近では船尾端(2)上下、上構(1)前後に6次のピークがみられる。</p>	$1L/AF = 3/90 = 0.033$ $2V/AF = 3.6/90 = 0.040$ $1L/2V = 3/3.6 = 0.83$
43-D -2	機 → 船	<p>No load test の Case で(Bracing無)であるが</p> <p>軸縦振動(AF)は630 cpm 附近に固有振動数があり、この附近では船尾端(2)上下、にピークがみられるが、上構(1)前後にも小ピークがあるように見える。これらのピークは6次である。</p>	$1L/AF = 4.3/96 = 0.045$ $2V/AF = 6.5/96 = 0.068$ $1L/2V = 4.3/6.5 = 0.66$
43-D -3	機 → 船	<p>1. バラスト状態でBracingのあるCase である。軸縦振動(AF)の固有振動数は680 cpm 附近である。このとき、船尾端(2)上下、上構(1)前後に6次の小ピークがみられる。</p>	$1L/AF = 8/325 = 0.0245$ $2V/AF = 18/325 = 0.055$
		<p>上構(1)の前後固有振動数は613 cpm にあるようであるが(大きなピークが5次振動あらわれる)このときは船尾端(2)上下も大きなピークを示している。二重底もこのとき5次で大きなピークを示している。</p>	$1L/2V = 27/45 = 0.60$
43-D -4	機 → 船	<p>バラストでBracingのないCase である。軸縦振動の固有振動数は680 cpm 附近であるが、6次で大きなピークを示している。</p> <p>このとき、上部構造(1)の前後振動にはつきりしたピークはない。</p>	
		<p>上構(1)の前後振動は5次で610 cpm 附近に大きなピークがあるが、このとき船尾端(2)上下、二重底(5')上下も大きな5次のピークがある。</p>	$1L/2V = 30/68 = 0.44$
43-D -5	機 → 船	<p>満載でBracingありのCase である。軸縦振動(AF)の固有振動数は680 cpm 附近で6次のものが大きいピークを示す。このとき、船尾端(2)上下、上構前後(1L)にも小ピークがみられる。</p>	$1L/AF = 9/250 = 0.036$ $2V/AF = 15/250 = 0.06$ $1L/2V = 9/15 = 0.60$
		<p>上構(1)の前後振動は5次で610 cpm に大きなピークがある。このとき船尾端(2)上下および二重底(5')上下</p>	$1L/2V = 25/35 = 0.71$

資料 No.	影響方向	関連の状況	振幅比
		は小ピークを示す。	
43-G		<p>1. ダンパをとじた(ダンパを利かせた)ときは、軸系振動と船体振動の関係ははつきりしない。</p> <p>2. ダンパを開いたときはバラスト時 650 cpm、満載時 660 cpm に軸縦振動のピークがあるが、上構(1)ではバラスト時 660～680 cpm、満載時 700 cpm に 6 次のピークがあり、はつきりした関連はつかめない。</p> <p>3. ダンパをきかせると軸縦振動はほとんど抑制されるが上構の前後振動は 6 次のものはバラスト時は約 75% に減少する。満載時は 6 次のものは 125% に増加している。</p>	

### 3.3 むすび

軸系振動と船体振動の関連は実験供試船について前表にまとめたが、各船特異の形態を示す。この中で一般的にいえることをあげると次のとおりである。

- 1) 軸系縦振動が同調するとき、上部構造の前後振動にピークを示すものは多い(ディーゼル船 7 隻中 6 隻)。上部構造の形状、剛性、基部の剛性等によつて、その影響の度合は異なるが、上部構造の固有振動数あるいは船体の固有振動数に近いとき、その影響は大きい(附記参照)。船尾に機関室のあるターピン船では、Blade Frequency で、軸縦振動の同調があらわれることはないので、その影響は少ない。
- 2) 上部構造が同調またはピークを示すとき、軸縦振動または推力変動に影響を与えているものが、ディーゼル船 7 隻中 3 隻、ターピン船 2 隻中 2 隻ある。
- 3) 軸ねじり振動は、一般に船体振動に影響は少ないが、軸に縦振動を生ぜしめ推力受、二重底に伝わり、船尾端、上構に振動を与える場合がディーゼル船で 2 隻みとめられた。その内 42-I 船は軸ねじり振動による軸縦振動が、純粹の軸縦振動より大きく上部構造にかなりの前後振動を生ぜしめている。
- 4) 上部構造の前後振動にピークがあらわれるとき、航行状態では上構前後と船尾端上下の振幅比は一般に 0.7～1.0 であり、比較的高さの高い上構ではこの比が、2 をこえるものがある。
- 5) 5 次～6 次の軸縦振動同調時では、航行状態で上構前後と軸縦振動(前端)の振幅比は一般に 0.03～0.08 で特に高さの高い上構では、この比が 0.1 以上となり 0.5～1.0 になる場合もある。
- 6) 一般に Bracing を有するときは上構の振動は Bracing がないときに比べ小さくなるといえる。
- 7) 機関と船体の振動の関連は軸系のみならず、機関架構の振動との関係も併せ考える必要がありそうである。機関架構の横振動と軸縦振動の固有振動数は比較的近い場合が多いのでなかなか区別は困難であるが、機関のなん等かの部分の振動が二重底を振動させ、さらに上部構造に伝達されることとは確かであろう。

(附記)

軸縦振動の同調時、上部構造の前後振動にかなり大きな振動を与える場合があるが、石川島播磨重工で 5 隻のディーゼル船で行なわれた調査結果を次下に示す。次記の船では軸縦振動が同調するとき、上部構造の前後振動も大きなピークとなつてゐる。

船名	船種	船長 Lpp	主機	プロペラ 隻数	軸縦固有振動数	軸縦振動同調時 振動(A)	上部構造前後振動(B)	振幅比(B/A)
X	O.O.	243.8M	9 RD90	5	バラスト時 110 rpm × 6 次	1.09 mm / 660 cpm	0.075 mm / 660 cpm	0.075 / 1.09 = 0.069
					満載時 109 rpm × 6 次	0.56 mm / 654 cpm	0.083 mm / 654 cpm	0.083 / 0.56 = 0.148
Y	O.T.	240M	9 RD90	5	バラスト時 112 rpm × 6 次	0.96 mm / 672 cpm	0.11 mm / 672 cpm	0.11 / 0.96 = 0.114

船名	船種	船長Lpp	主機	プロペラ翼数	軸縦固有振動数	軸縦振動同調時振動④	上部構造前後振動⑤	振幅比③/④
Z	O.T.	235M	9RD90	5	バラスト時 111rpm×6次	0.73mm/666cpm	0.065mm/666cpm	0.065/0.73=0.089
U	B.C.	241M	10RD90	5	バラスト時 125rpm×5次	0.96mm/625cpm	0.34mm/625cpm	0.34/0.96=0.36
V	O.T.	240M	10RD90	5	バラスト時 124rpm×5次	0.73mm/620cpm	0.125mm/620cpm	0.125/0.73=0.125

X、Y、Z船では上構では5次の成分の振動もあつたが、6次の成分も大きく6次のピークを示すとき、軸縦振動は6次で同調状態にあつた。

U、V船はほとんど5次の成分のみで、上構が大きなピークを示すときやはり軸縦振動は5次の同調状態にあつた。これらの船では機関架構の振動は測定していないので、架構振動の影響は不明であるが、少くも軸縦振動のピークは上部構造のピークに一致していた実例である。