マスメモリー及びタイムトレースを用いた 減衰振動の減衰率の測定方法 (CF-5200使用)

1. はじめに

減衰波形の減衰率(減衰比、損失係数、減衰度等)の測定は、①ヒルベルト変換法による時間 波形のエンベロープから求める方法②そのスペクトルの広がりから半値幅法によって求める方法等 がありますが。非常に緩やかな減衰の場合①の方法は減衰傾斜が緩やかになりすぎる点と、帯域 制限の際の制限幅が狭いために、エンベロープ波形の時間分解能が減少し、いずれも測定精度 の低下が考えられ。②の場合は周波数分解能不足が見込まれ、大きなズーム分析を必要とする 事から、いずれの手法も高い周波数の小さな減衰の測定は困難とされてきました。

ここではCF-5200のマスメモリー及びタイムトレースを使用した、スペクトルレベルの時間変化から、減衰率を求める方法を記載します。

楽器の基本波・倍音(倍音でないものも含めて)の減衰率の測定等に最適です。

2. タイムトレースとは



周波数

上図のようにスペクトルの時間経過を3次元表示した時、周波数を指定してその時間変化(図での ● ○ ■ □ の稜線上をたどる処理)を表すグラフをタイムトレースと言います。



時間

3. 測定対象及び測定ブロック図

スチール板(1t×15w×300Lmm)

短冊状材料(スチール 1t×15w×300Lmm)を中央で加振し(インパルス信号)、その曲げ共振 モード4次までの周波数の減衰を同時に測定。

Г Ľ インピーダンスヘット 加速度 加振器 力 MA-5500型マスキャンセルアンフ。 加速度入力 加速度出力 S P P 0 P \bigcirc 0 0 (\bigcirc) P 🖗 P (?) \bigcirc CH-6140 力入力 チャーションバータ 力出力 加振器アンプ SIG CF-5200 OUT С 5 ΟŌ 0 ch.1 加速度 ch.2 力 そのモード形状は次図の赤丸内の様になります。 1 🛪 (-1) 12((=))

>< 126(11) 1次(〒1) × ≻← \leq 2 (4 (1+2) 2次(元) 2 (* (* 1) × ⇔⇔ -8 (1+4) 2 次 (m2) \times \Longrightarrow ≫ \rightarrow 426-0 3次(m) 3* 🗝 80000 × 5次(1-6) 8 🗶 (#3) 共振 反共振 共振 共振 片持はり法 中央加振法 二本吊り・2点支持法 4. 測定フロー



5. 取り扱い方法

5-1.電圧レンジの設定、周波数レンジの設定、トリガの設定、ウィンドゥ関数にハニングを選択 このオペレーションは省略します

5-2.信号出力の設定

Main

Input	Analy- sis	Display	Me & I	mory Disk	Oı	utput	Con Vie	id- I ew	EZ Ope- ration	Option
Output						1				
SIG OUT	COPY DEVICE	PROTTE	R	GP-3	IB					RETURN
<u> </u>		-							-	

Output<<SIG OUT

SELECT	FRQ SET	AMPLE- TUDE	MENOUT	OUTPUT CONT	OUTPUT FUNC.		RETURN
--------	---------	----------------	--------	----------------	-----------------	--	--------

↑ Output<<SIG OUT<<SELECT

SIN	SWEPT.S	PSUEDO RANDOM	RANDOM	IMPULS		P.RAND	RETURN
-----	---------	------------------	--------	--------	--	--------	--------

↑ 【MPULS】を選択するとウィンドゥ関数が自動で「RECT.」に切り替わるので再度「HANN.」或い は「FLAT-TOP」を選択し直してください。

続いて 【RETURN】 Output<<SIG OUT

SELECT	FRQ SET	AMPLE- TUDE	MENOUT	OUTPUT CONT	OUTPUT FUNC.		RETURN
--------	---------	----------------	--------	----------------	-----------------	--	--------

1

Output<<SIG OUT<<OUTPUT CONTROL

CONTI- NU	SINGLE	BURST	CYCLE	TIME	TIME2	RETURN
		1		↑ ①		

ソフトスイッチ【RETURN】 Output<<SIG OUT

SELEC	FRQ SET	AMPLE- TUDE	MENOUT	OUTPUT CONT	OUTPUT FUNC.		RETURN
-------	---------	----------------	--------	----------------	-----------------	--	--------

Output<<SIG OUT<<FREQ.SET

	FREQ	Hz	kHz	BAND	SET	AUTO	PINKFL	RETURN
_	_							

【AUTO】が灯いていることを確認

この他出力電圧の設定はデフルトの「1V」のままで測定を行います。 5-3.レコードメモリーの設定

5-3-1.波形記憶

Main

Input	Analy- sis	Display	Memory & Disk	Output	Cond- View	EZ Ope- ration	Option
-------	---------------	---------	------------------	--------	---------------	-------------------	--------

1

Memory & Disk

DISK UTILITY	DISK LD/ST	BLOCK MEMORY	RECORD MEMORY	PANEL COND.		RETURN
			\uparrow			

Memory & Disk<<RECORD MEMORY

RECORD	PLAYBACK CONTROL	PLAY- BACK	PLAYBACK DISPLAY	FIND MAX		RETURN
	\uparrow					

Memory & Disk<<RECORD MEMORY<<PLAYBACK CONTROL

	ABS- SCALE	BLOCK	INC	DEC	ADS CLR	RETURN
		1	↑②	13		

①メモリーを少しずつ使用②③でメモリーブロックNo.を指定

[RETURN]

Memory & Disk<<RECORD MEMORY

RECORD	PLAYBACK CONTROL	PLAY- BACK	PLAYBACK DISPLAY	FIND MAX			RETURN
--------	---------------------	---------------	---------------------	-------------	--	--	--------

↑ Memory & Disk<<RECORD MEMORY<<RECORD

ON	RING	CH A&B	CH A	CH B	CLEAR	RETURN
↑②			↑ ①			

ここまで指定しパネルスイッチ「COMMAND」「START」トリガ待ちで波形記憶開始

5-3-1.波形再生設定

波形記憶完了後

[RETURN]

Memory & Disk<<RECORD MEMORY

RECORD PLAYBACK PLAY- PLAYBACK CONTROL BACK DISPLAY	FIND MAX	RETURN
--	-------------	--------

Memory & Disk<<RECORD MEMORY<<PLAYBACK

ON	DOWN	GAP	ADDRESS	NUM /TIME	DELAY	DELAY SET	RETURN
この【ON】	は自動的に	↑ ① LONになり	↑② ます。				

【ADDRESS】を「0」(零)にして、【GAP】を指定して(ここでは512点に指定)、まだSTARTしない で次の設定を行ってください。

5-4.TIME TRACE の設定

Main Analy-Memory Cond-EZ Ope-Input Display Output Option sis & Disk View ration ↑ Option TIME Rev.TR-SERVO RETURN TRACE ACKING

Option << TIME TRACE

CONTROL	SET UP	DISPLAY			RETURN
	1				

Option << TIME TRACE << SET UP



共振周波数は1次:37.5Hz、2次:237.5Hz、3次:657.5Hz、4次:1.2825kHz となりましたので、 ここの【FRQ SET】設定は次のように設定してください。



※指定した周波数が変化(楽器のビブラート等)する場合は上記ソフトキーの【BAND WIDTH】 を設定して、その範囲以内の部分オーバーオールを測定するようにして下さい

RETURN

Option<<TIME TRACE

CONTROL SET UP	DISPLAY			RETURN
----------------	---------	--	--	--------

Option<<TIME TRACE<<DISPLAY

TRACE A	TRACE B	SELECT	COLOR	LINE TYPE		RETURN
↑ (1)		↑ ⑦				

①を押して②を押して出た画面で設定した全ての周波数トレースを表示させてください。

	ON OF FOT			
FDOME 1	HY SELECT		ON	
I MANUE I	TRACE 2	OFF	ON	
	TRACE 3	OFF	ON	
	TRACE 4	OFF	ON.	
FRAME 2	TRACE 1	OFF	ON	
	TRACE 2	OFF	ON	
	TRACE 3	OFF	ON	
FRAME 3	TRACE 1	OFF	ON	
	TRACE 2	OFF	ON	
	TRACE 3	OFF	ON	
	TRACE 4	OFF	ON	
FRHME 4	TRACE 1		ON	
	TRACE 3	OFF	ON	
	TRACE 4	OFF	ON	
				1
				10-1-1

5-5.解析長の変更



表示された窓で512点、1024点、2048点に変更して1次共振(37.5Hz)トレースした結果が下記の図です。



下から512点、1024点、2048点になります。この結果から、1024点の解析長でも512点FFTと比較して傾斜に変化はないと判断し、解析長を1024点に決定。

5-6.解析開始

パネルスイッチ「COMMAND」「START」

6. 解析結果

① 共振1次(37.5Hz)



② 共振2次(237.5Hz)

ONO SOKKI CF-5200 MULTI-PURPOSE FFT ANALYZER





7. 減衰率の計算

	周波数(Hz)	減衰時間(s)	減衰量(dB)	減衰度D(dB/s)	減衰比ζ	損失係数 η
共振1次	37.5	0.9	19.59	21.77	$1.045 imes 10^{-2}$	2.129×10^{-2}
共振2次	237.5	0.6	32.82	54.70	2.534×10^{-3}	$5.068 \times 10^{^{-3}}$
共振3次	657.5	0.9	19.28	21.42	$5.973 imes 10^{-4}$	$1.195 \times 10^{^{-3}}$
共振4次	1.2825k	0.9	16.10	17.88	2.556×10^{-4}	5.113×10^{-4}

D:1秒当たりの減衰量をdBで表したもの。 $\zeta = D / a \omega_R, \eta = 2 \zeta$ 但し $a=20 \log_{10} e=8.68, \omega_R$:共振周波数