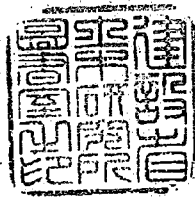


一般道路事業調査
橋梁の大型試験
耐震調査資料 NO.2

土木研究所資料

第150号

新葛飾橋振動試験



昭和41年3月

建設省土木研究所

ページ位置	誤	正	備考
P.15 表2.1			1' を入れる
P.18 図2.4(1)			結合部を入る
P.19 図2.4(2)			寸法線を入れる
P.21 図2.4(4)			数字の下線を取る
P.28 7行	P_5	P_3	3と175 表に入る
P.28 8行	P_{55}	P_3	5と-7 取る
P.31 2行	$f_1 = 2.73 \text{ C/S}$	$f_1 = 2.73 \text{ C/S}$	1' を入れる
P.32 図下の単位 寸法	土圧分布 Kg/cm^2 0.02 0.01 0 K 値 Kg/cm^3 4-3-2-1-0	土圧分布 Kg/cm^2 -0.02 -0.01 0 K 値 Kg/cm^3 -4-3-2-1-0	1' を入れる
P.35 図下の単位 寸法	橋軸方向変位 cm 0.02 0.01 0 土圧分布 Kg/cm^2 0.02 0.01 0 K 値 Kg/cm^3 4-3-2-1-0	橋軸方向変位 cm -0.02 -0.01 0 土圧分布 Kg/cm^2 -0.02 -0.01 0 K 値 Kg/cm^3 -4-3-2-1-0	2桁 5桁 143
P.39 15行 (4.3)式	$d_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{11.2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^8 + 2 \times 10^8} \right)$	$d_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{11.2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^8 + 2 \times 10^8} \right)$	1' を入れる
P.41			3.4-5 1-横線 K-213

新 葛 飾 橋 振 動 試 験

目 次

ま え が き	1
写 真 集	3
§ 1. 新葛飾橋の概要	7
§ 2. 振動試験の概要	14
2.1 試験の目的	14
2.2 加振方法	14
2.3 試験一覧, 計器の配置	15
§ 3. 試験結果	25
3.1 静土圧分布	25
3.2 共振曲線	25
3.3 共振々動数および減衰定数	25
3.4 振動モードおよびP, 井筒の挙動	28
§ 4. 考 察	37
4.1 試験結果のまとめ	37
4.2 試験結果に対する考察	37
あ と が き	42
参 考 文 献	43
附 図, 共振曲線	44

ま え が き

新葛飾橋は国道6号線の江戸川バイパスとして、現葛飾橋の約1.5km下流に架設され、昭和40年8月に開通したものである。

本橋については関東地方建設局の協力のもとに、土木研究所が昭和37年度以来耐震性に関する試験調査を行つてきており、昭和38年度に実施した橋脚振動試験¹⁾に引続き、昭和40年7月に上部架設後の振動試験を実施した。

この試験は床版上に設置した大型起振機で橋軸方向に加振し、上下部構造の挙動、特に固定支点井筒橋脚の挙動を観測し、本橋の橋軸方向の振動特性を明らかにした。

尙本橋については、更に実際の地震時の挙動を強震計で観測する予定にしており、引続き耐震性に関する資料を得たいと考えている。

構造橋梁部、橋梁調査室

建設専門官 栗 林 栄 一

研 究 員 岩 崎 敏 男

写 真 集

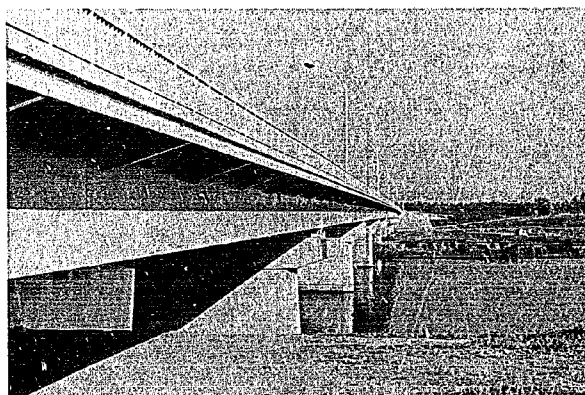


写真1 新葛飾橋（金町側下流から）

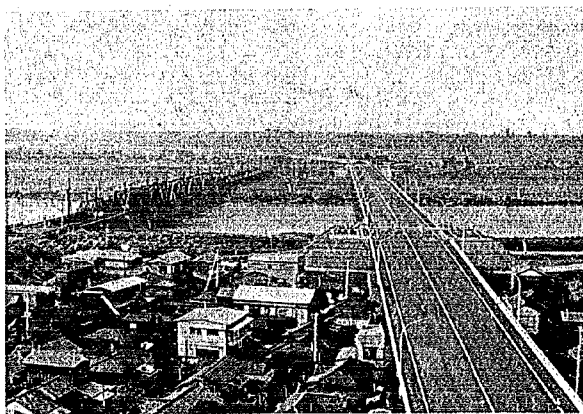


写真2 新葛飾橋，および取付道路（金町側から）

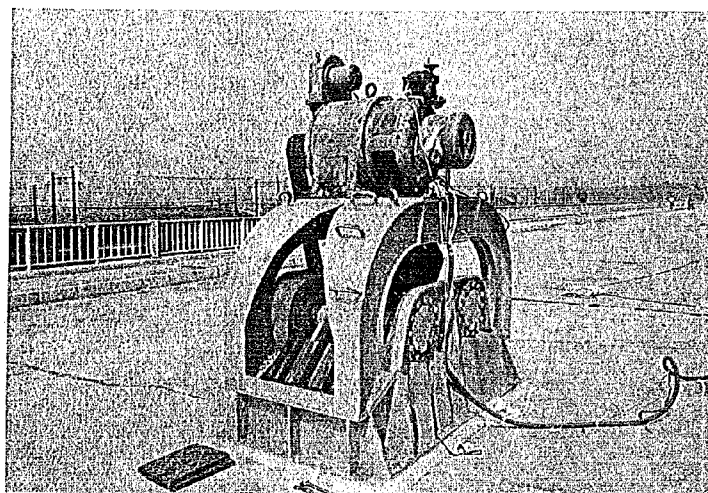


写真3 起振機(40 ton型)

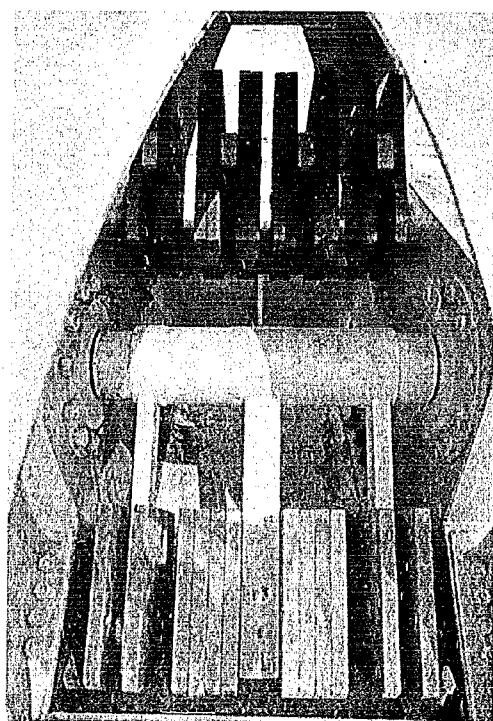


写真4 起振機(40 ton型)
(重鍾24枚がセットされている)



写真5 P₈ 橋脚天端加速度計取付け（固定支承）

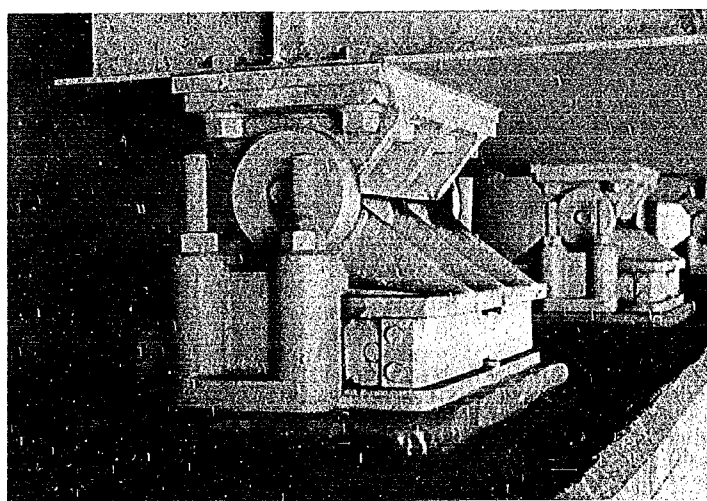


写真6 金町側橋台（可動支承）

§ 1. 新葛飾橋の概要

本橋の概要は次表の通りである。

表 1.1 新葛飾橋の概要

管 轄	建設省関東地方建設局首都国道工事々務所
位 置	国道 6 号線江戸川バイパス 東京都葛飾区金町・千葉県松戸市上矢切間
橋 格	一 等 橋
橋 長	$442\text{ m} = 0.55 + 4 @ 55 + 0.9 + 4 @ 55 + 0.55$
巾 員	$17.7\text{ m} = 1.85 + 14 + 1.85$
上 部	鋼箱 4 径間連続 2 連
下 部	鉄筋コンクリート井筒橋脚 7 基 鋼管杭アバット 2 基
設計震度	水平 0.25, 鉛直 0.1
着 工	昭和 37 年 7 月
開 通	昭和 40 年 8 月

架設地点の平面図を図 1.1, 橋梁一般図を図 1.2, 上部構造標準断面図を図 1.3, 土質柱状図を図 1.4, 固定橋脚 P₁ の一般図を図 1.5, 可動橋脚 P₂ の一般図を図 1.6 に示す。



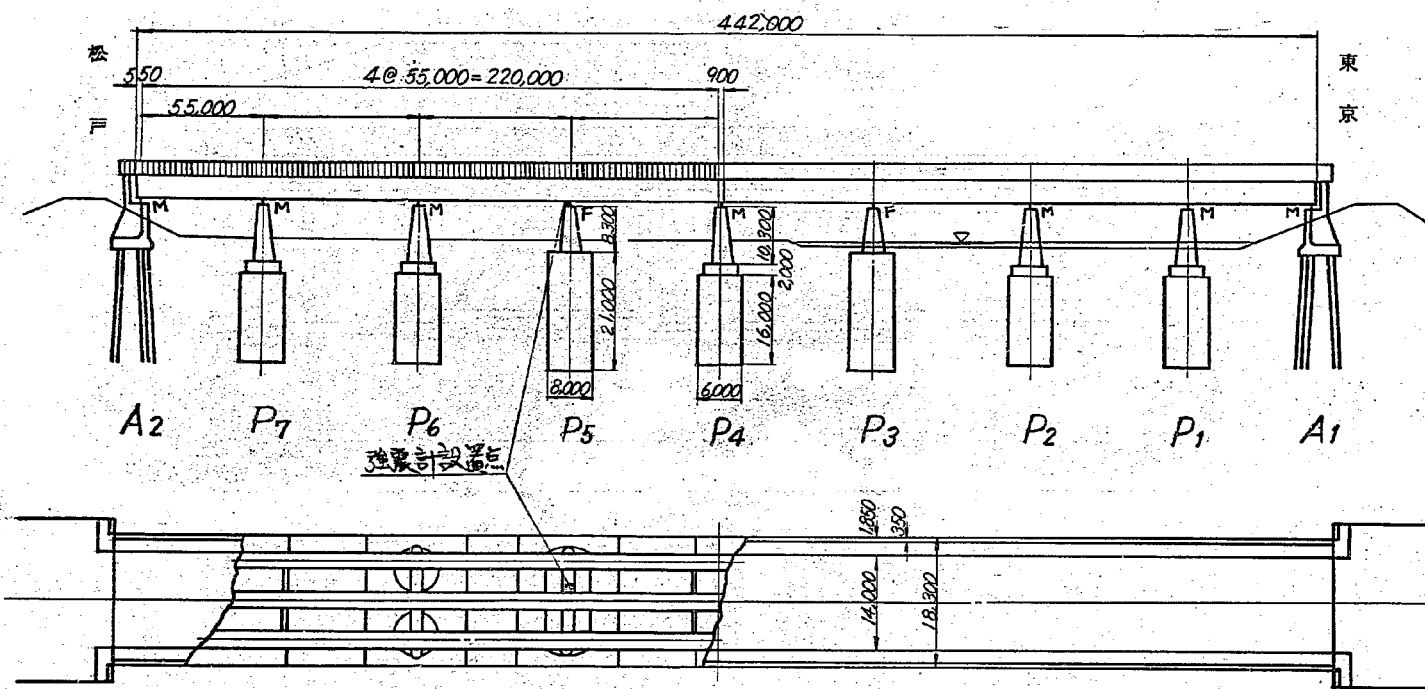
$$S = \begin{cases} 1/2000 & \text{桁部} \\ 1/1000 & \text{ピア部} \end{cases}$$


图 1.3 上部標準断面図

$$S = 1/100$$

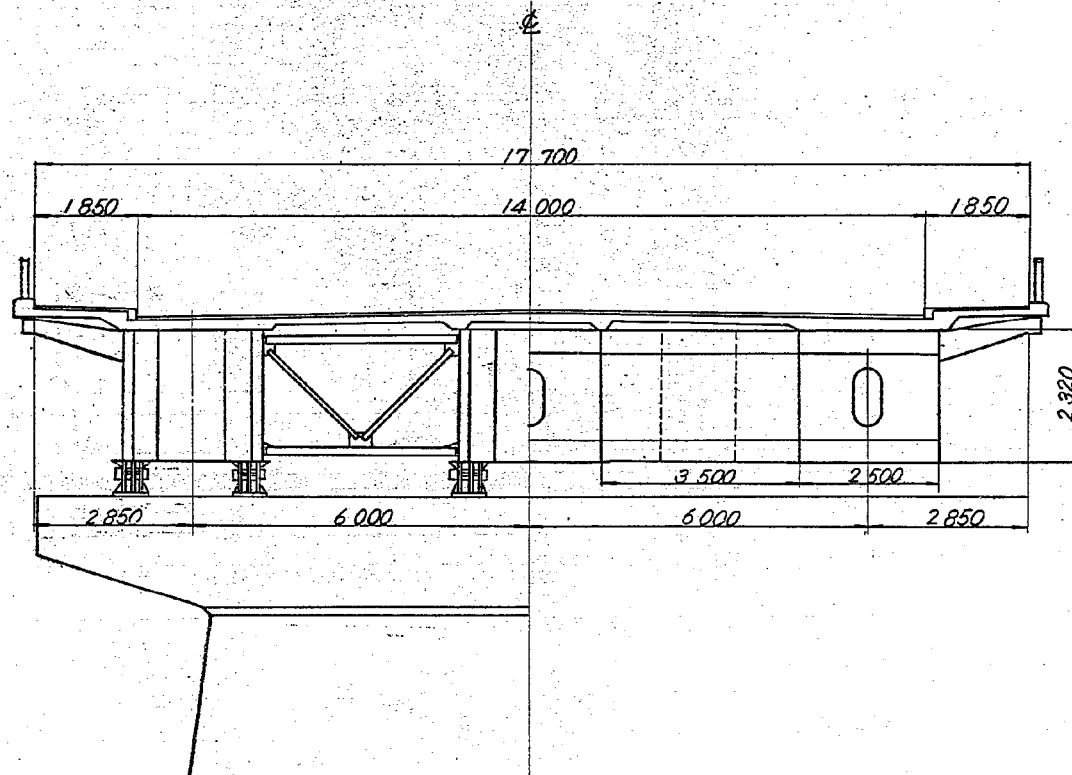


图 1.4 柱状图

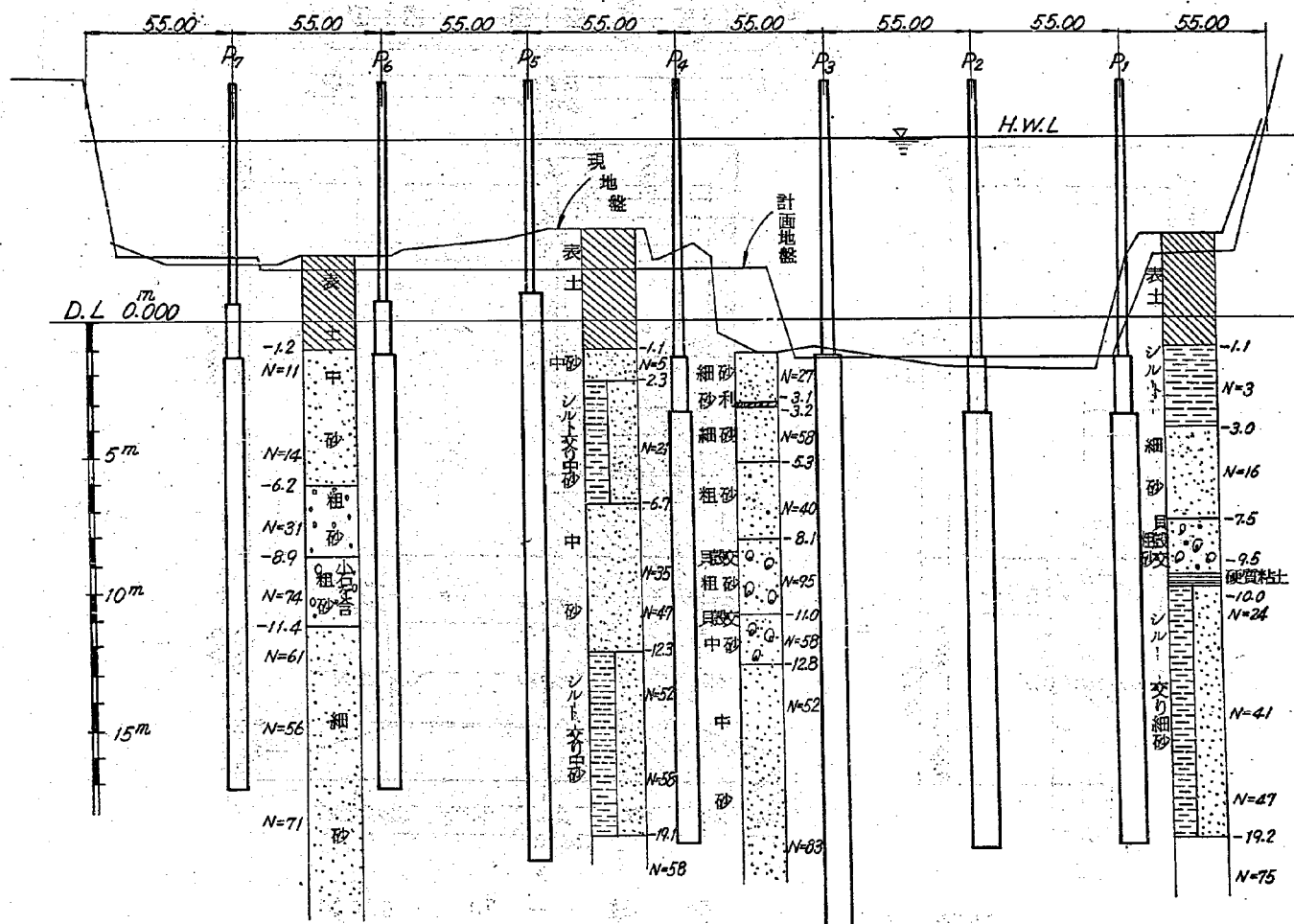


图 1.5 P₅ — 般 图

$s = 1/200$

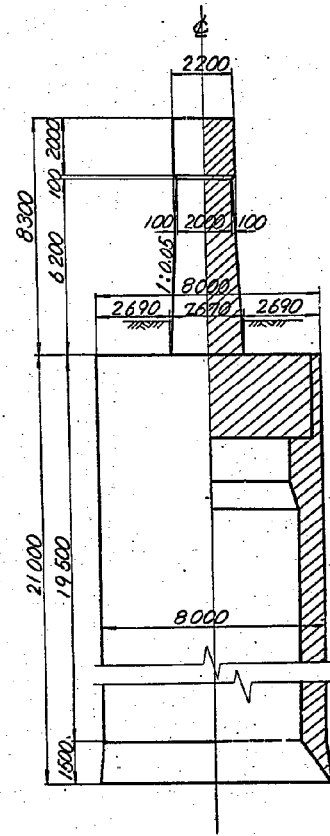
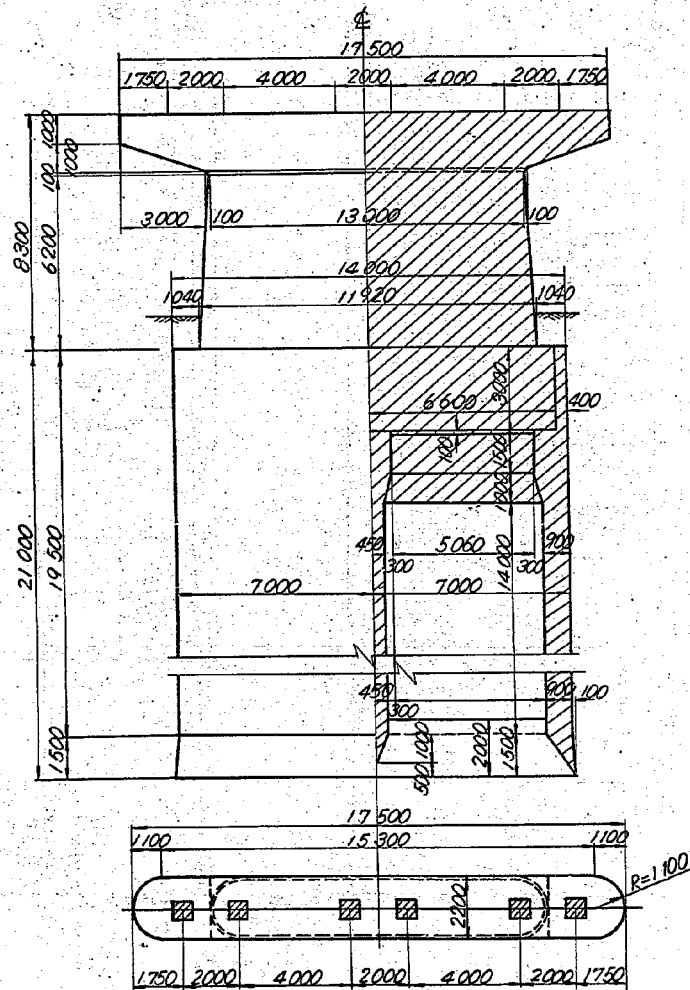
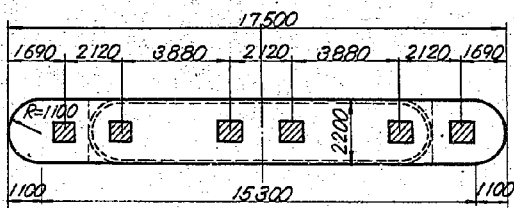
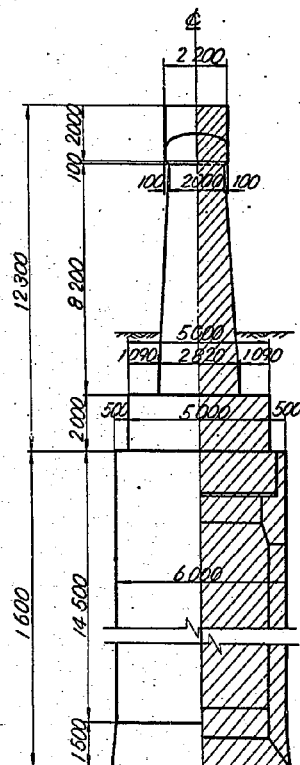
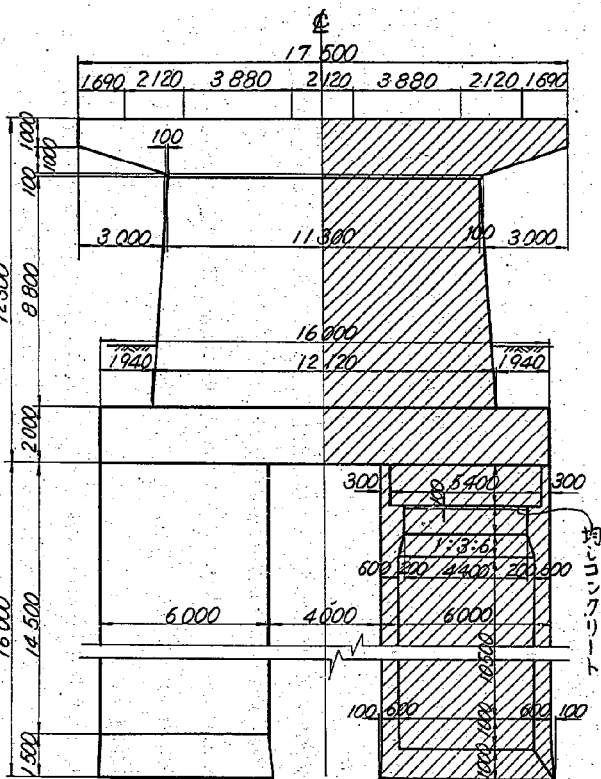


圖 1.6 P₄ 一般圖



§ 2. 振動試験の概要

2.1 試験の目的

最近耐震設計において動的設計という言葉がよく使われる。これは構造物が地震時に振動的な挙動をする点に注目し、地震時の構造物の変位、応力および地盤の変化等を考慮して、耐震設計を行おうとするものである。しかし動的設計法はまだ確立されてなく現在各方面でこれらに関する研究が行われている段階である。

振動試験は完成された実構造物を人工的に加振させ、各部の応答を測定し、その構造物がもつ動的性状を明らかにし、同種の構造物の動的設計の参考資料にしようとするものである。

本試験も勿論、この目的のために実施したものであり、今回の具体的目標は、橋梁が橋軸方向に加振されるとき場合の次の諸点の解明にあつた。

- (1) 上下部構造全体の振動モード
- (2) 上下部構造全体の共振々動数
- (3) 上下部構造全体の減衰性
- (4) P_c 橋脚に加わる動土圧、地盤の動的基礎係数 (K 値)
- (5) 可動支承をもつ橋脚、橋台の抵抗性

2.2 加振方法

構造物を人為的に振動させる方法として、土木研究所がこれまで行ってきた一連の振動試験と同様に起振機による方法を採用した。

起振機は偏心重量のついた2本のアームを反対方向に回転させることによつて一方の振動外力を発生させる装置であり、起振力は(偏心質量)×(アーム長)×(回転数)² に比例する。

今回使用した40T型起振機の概略構造は図2.1、起振力は図2.2の通りであり、最大起振力は40 ton、回転数範囲は100~800 rpm、重錘取付可能な枚数は、 $W=0, 4, 8, 16, 24$ 枚の5段階である。

この起振機を P_c 上の床版の橋軸中心線上に固定し、上部構造を橋軸方向に加振して、試験を行つたが、2.1に示した測定項目を求めるため、起振機を最低回転数(約100 rpm)から始動して約5 rpmピッチで回転数を上げてゆき、共振点近くになると、ピッチを細かくし、共振点をこすと又5 rpmピッチで約240~300 rpmまで

上げていった。その後同様のピッチで下げていった。回転数が一定になつてから、各点に配置したビツクアツプにより3台のオツシログラフで同時測定を行った。

2.3 試験一覧，計器の配置

試験は，起振力の大きさ（ $W = 16$ および 24 枚），計器の取付位置等をかえて，6回行つた。実施した試験の一覧を表2.1に，各テストでの計器（ビツクアツプ）の配置状態を図2.4(1)～(6)に示す。この図でKは試験時にとりつけた抵抗線式加速度計，AはP₁橋脚の井筒に埋設された抵抗線式加速度計，BはP₅橋脚の井筒に埋設されたカールソン型土圧計である。図に示す如く，主に左岸側に集中してビツクアツプはおかれた。

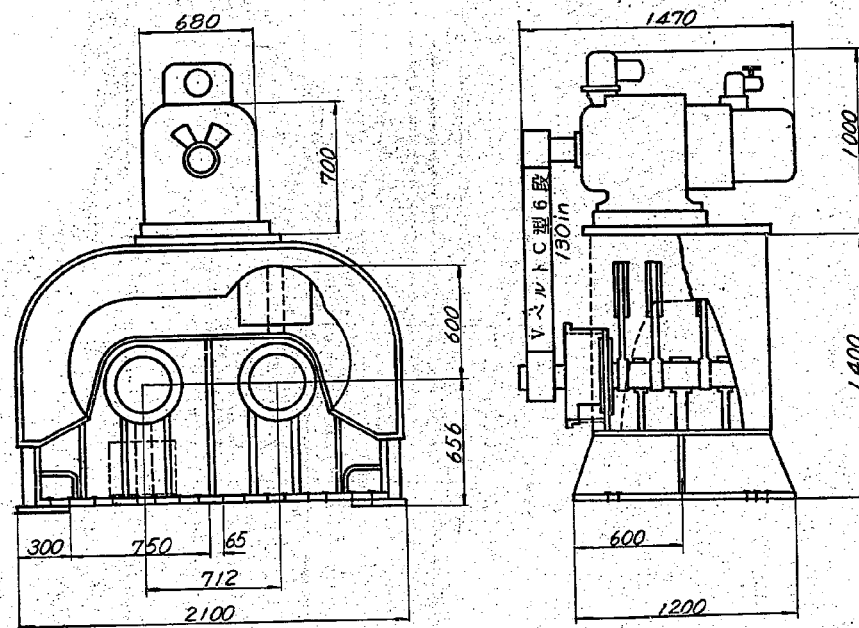
又使用した全ビツクアツプの感度を表2.2に示す。

表2.1 新葛飾橋試験一覧表

Test	起振機 ウェイト数	試 験 日 時	回 転 数 (r.p.m.) () 内はステップ数	測 点 数			
				1 班	2 班	3 班	計
1-1	16	40.7.27 1405~1515	145-300-120-136 (61)	6	6	8	20
1-2	24	40.7.28 1135~1200	130-240 (30)	4	6	8	18
1-3	24	40.7.28 1410~1445	100-241-225 (34)	4	6	8	18
1-4	24	40.7.28 1525~1550	102-240 (30)	4	6	8	18
2-1	24	40.7.29 1140~1220	112-242-100 (49)	4	5	8	17
2-2	24	40.7.29 1450~1519	110-205 (26)	6	—	5	11

(注) 回転数は最低—最高—最低を示した。この間はあるピッチで段階的に変化した。

图 2.1 40ton 起振機一般構造図

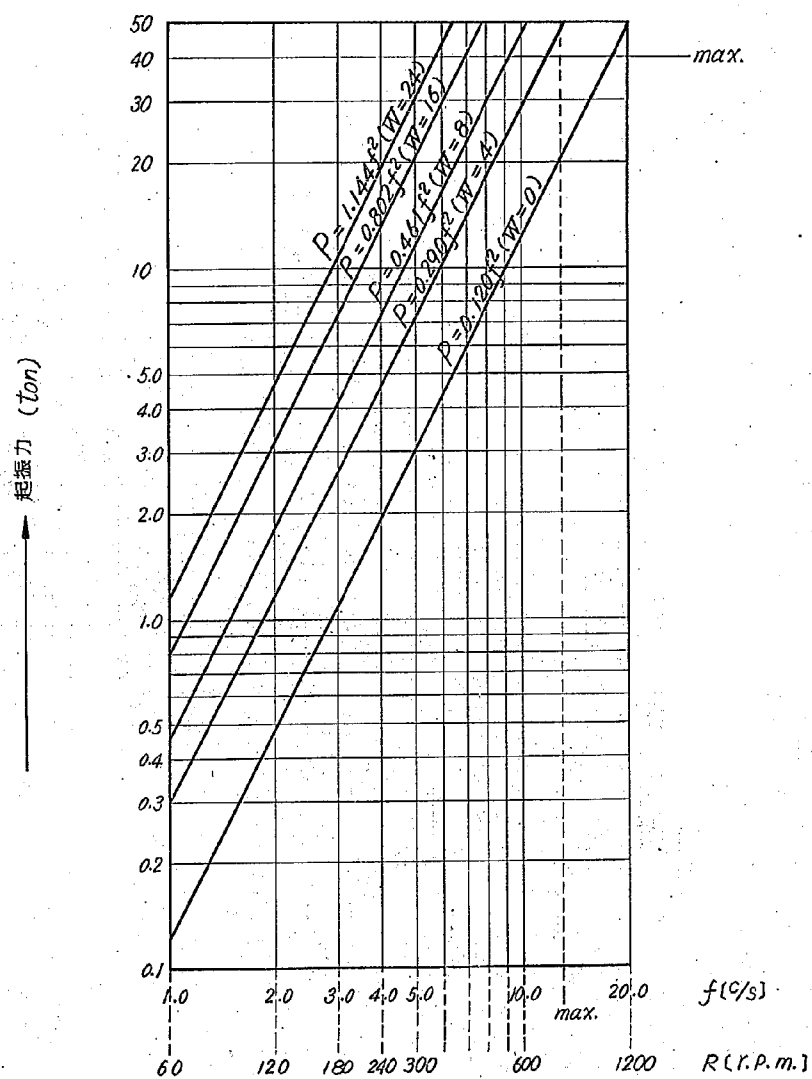


名称 40Ton型起振機

縮尺 1/30 単位 mm

图 2.2

4.0 ton 型起振機起振力图

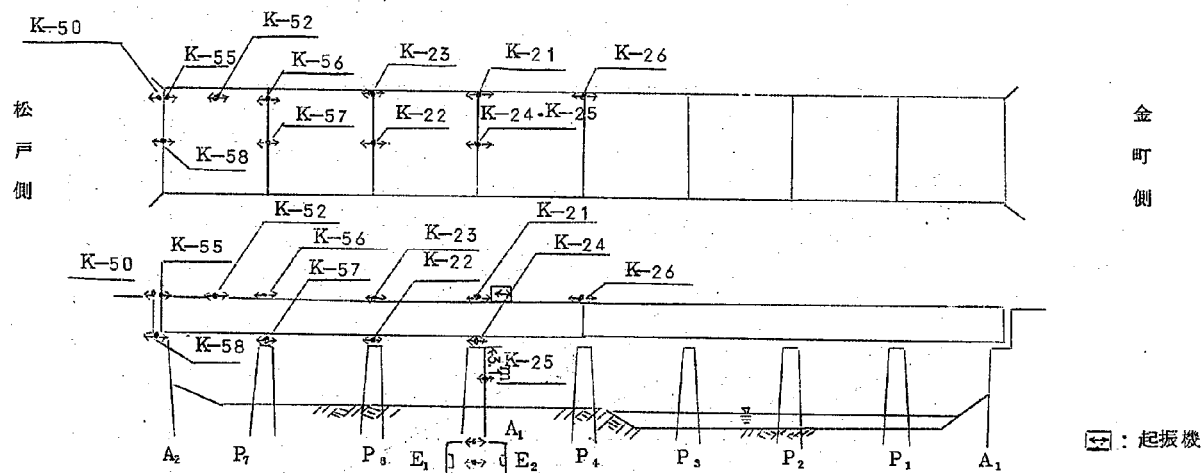


起振機名 4.0ton 型

図 2.4 (1)

計 器 配 置 一 覧

Test 1 - 1 W=16枚

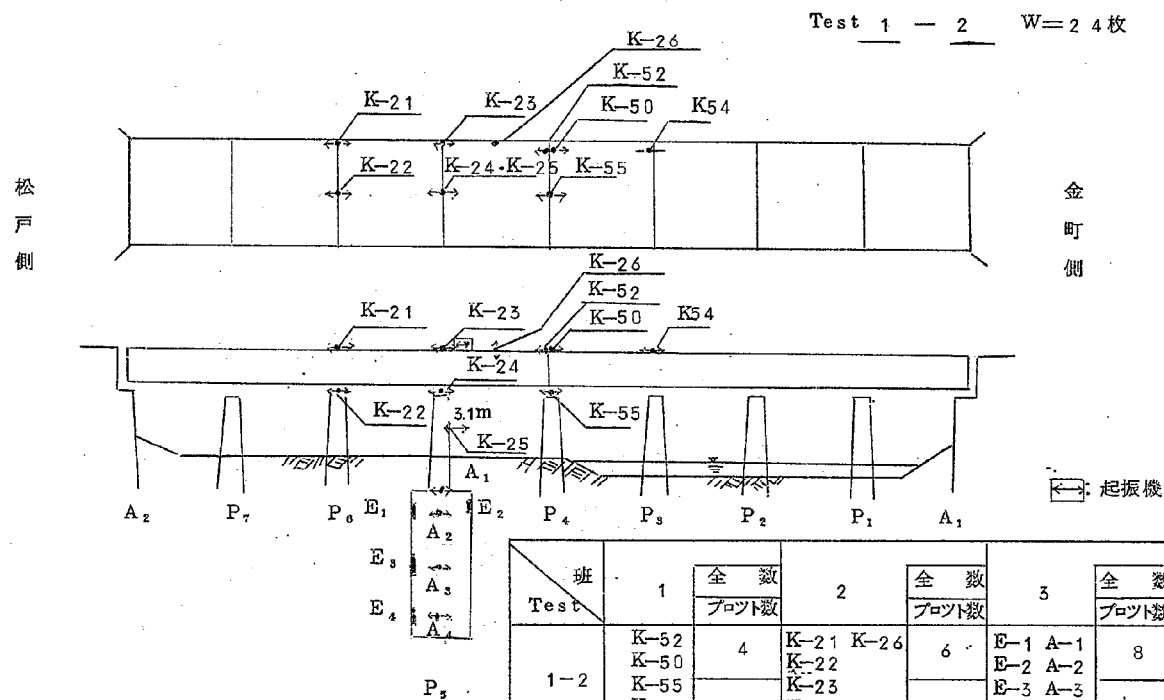


班 Test	1	全 数	2	全 数	3	全 数	合計
		プロット数		プロット数		プロット数	
1—1	※K-52 K-55 K-56 K-58 K-57	6	K-26 K-26 K-22 K-23	6	E-1 A-1 E-2 A-2 E-3 A-3	8	20
	K-50 (キャリ不正)	5	K-24 K-25	6	E-4 A-4	8	19

※プロットナン

図 2.4 (2)

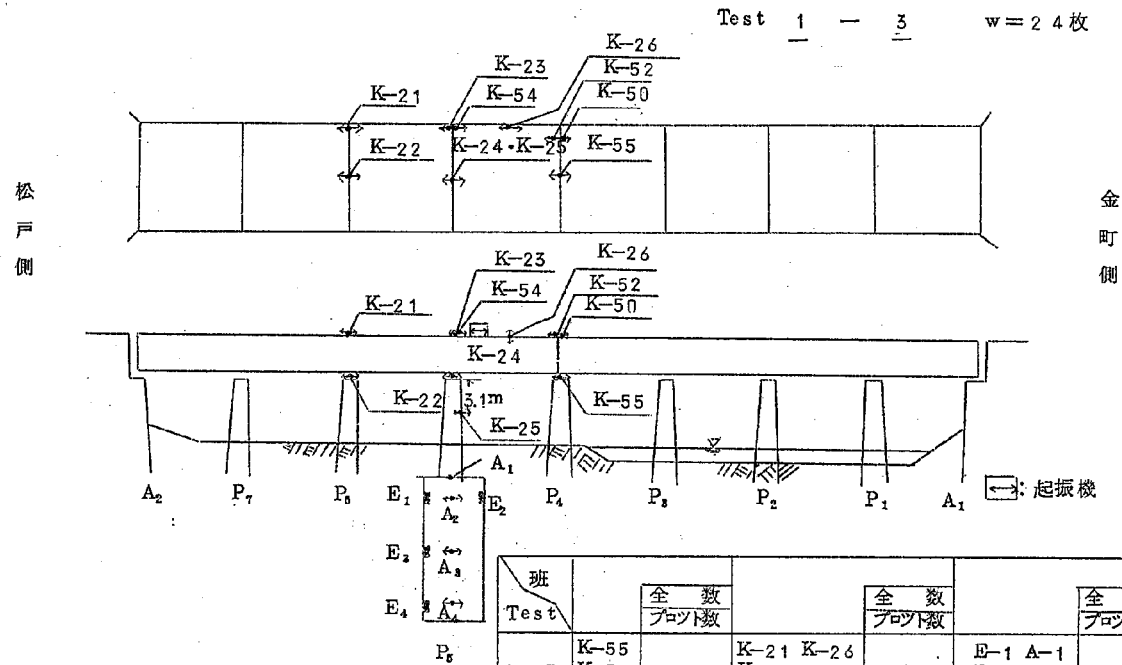
計 器 配 置 一 覧



班 Test	1	全 数	2	全 数	3	全 数	合計
		プロット数		プロット数		プロット数	
1-2	K-52	4	K-21 K-26	6	E-1 A-1	8	18
	K-50		K-22		E-2 A-2		
	K-55		K-23		E-3 A-3		
	K-54		K-24 K-25		E-4 A-4		

図 2.4 (3)

計 器 配 置 一 覧



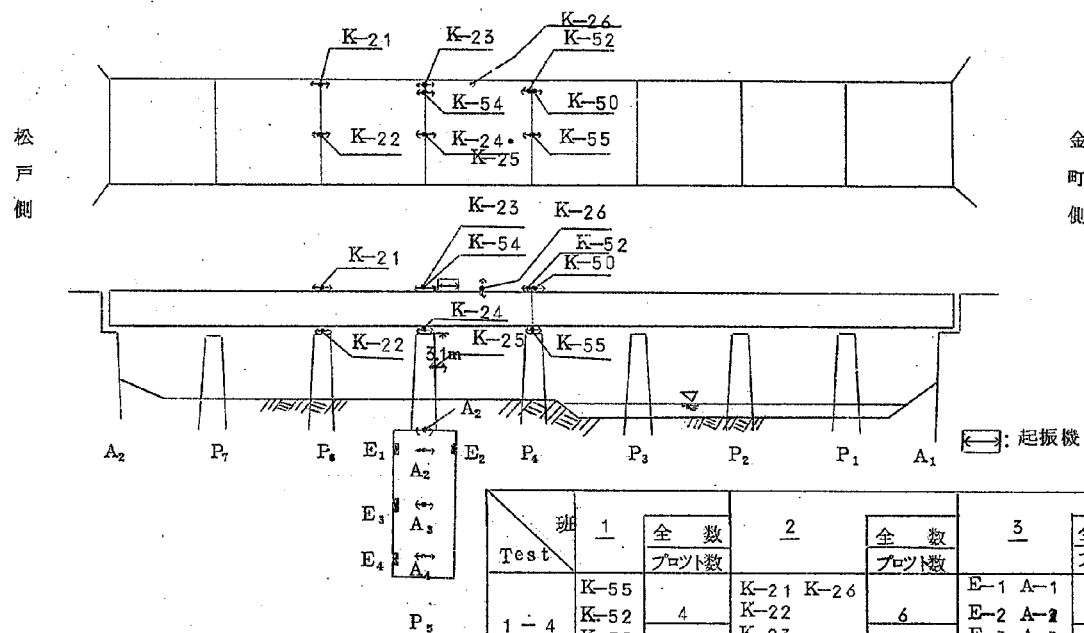
班 Test	全 数		全 数		全 数		合計
	プロット数		プロット数		プロット数		
1—3	K-55	4	K-21 K-26	6	E-1 A-1	8	18
	K-52		K-22		※E-2 A-2		
	K-50		K-23		※E-3 A-3		
	K-54	4	K-24 K-25	5	E-4 A-4	6	

※プロットナン

図 2.4 (4)

計 器 配 置 一 覧

Test 1 - 4 w=24枚

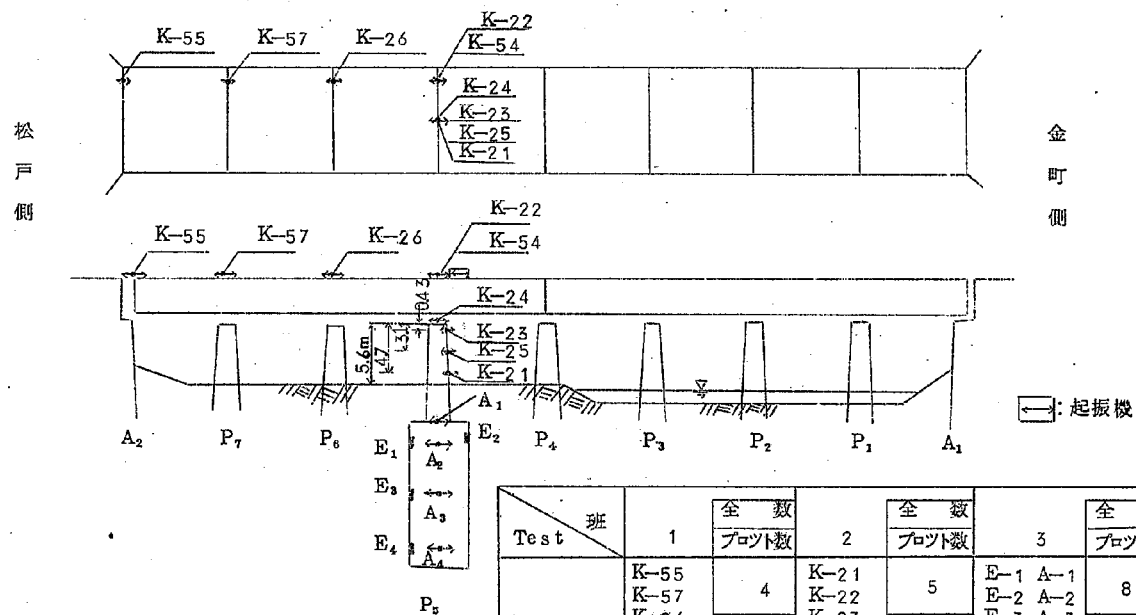


※ブツトナシ

図 2.4 (5)

計 器 配 置 一 覧

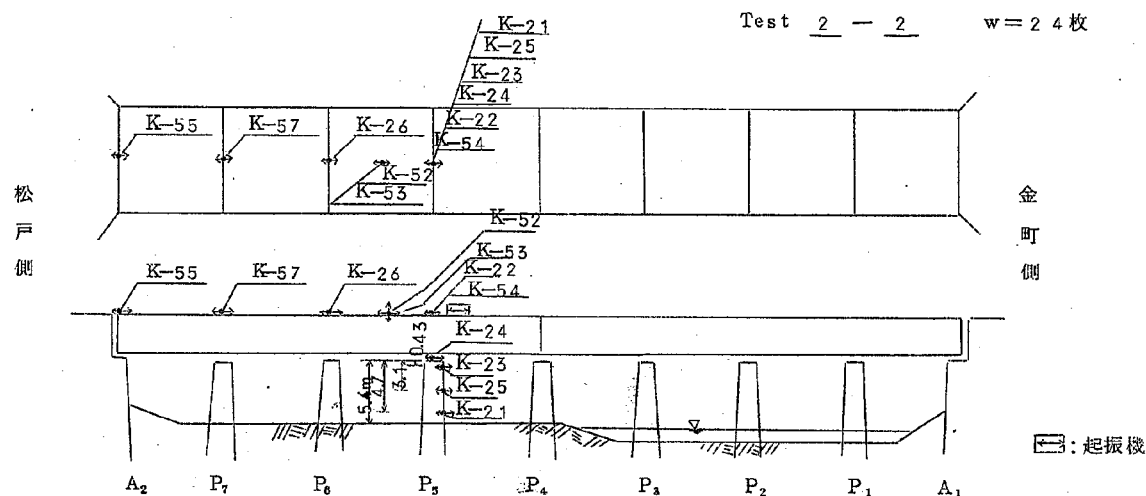
Test 2 - 1 w 24 枚



Test 班	1	全 数	2	全 数	3	全 数	合計
		プロット数		プロット数		プロット数	
2 - 1	K-55	4	K-21	5	E-1 A-1	8	17
	K-57		K-22		E-2 A-2		
	K-26		K-23		E-3 A-3		
	K-54		K-24		E-4 A-4		
		4	K-25	5		8	17

図 2.4 (6)

計 器 配 置 一 覧



Test \ 班	1		2	3		合計	
	全 数 プロット数			全 数 プロット数			
2 - 2	K-52 K-57	6	なし	0	K-21 K-25	5	11
	K-53 K-55				K-22		
	K-54	6		0	K-23		
	K-56			K-24	5	11	

表 2-2

計 器 感 度 表

種 別	取 付 位 置	記 号	番 号	容 量	感 度	備 考
持 参 加 速 度 計	床 版 お よ び P ₄ P ₅ P ₆ P ₇ A ₁	K-50	26353	5 G	153 gal/100 μ	
		K-52	26351	"	141 "	
		K-53	23641	"	141 "	
		K-54	26354	"	181 "	
		K-55	26355	"	141 "	
		K-56	26352	"	145 "	
		K-57	26360	"	171 "	
		K-58	23639	"	167 "	
		K-21	26361	2 G	59.0 "	
		K-22	26365	"	61.2 "	
		K-23	3116	"	52.1 "	
		K-24	26362	"	62.8 "	
		K-25	2895	"	83.7 "	
		K-26	26363	"	59.4 "	
埋 設 加 速 度 計	P ₈	A 1	28857	2 G	65.1 gal/100 μ	
		A 2	28856	"	66.1 "	
		A 3	28854	"	71.0 "	
		A 4	28835	"	66.8 "	
埋 設 土 圧 計	P ₈	E 1	41297	4kg/cm ²	0.175 kg/cm ² /100 μ	
		E 2	41294	"	0.209 "	
		E 3	34609	8kg/cm ²	0.347 "	
		E 4	34032	"	0.241 "	

§ 3. 試 験 結 果

3.1 静土圧分布

振動試験の結果を示す前に、井筒に加わる静土圧（水圧を含む）の測定値を示す。

P_1 、 P_2 の両橋脚には、井筒施工時にそれぞれ4コ、11コ合計15コの土圧計が埋設されている。

この土圧計で2年間に4回程土圧を測定したので、図3.1および図3.2に示す。

向土圧計は受圧面直径160mmのカールソン型である。

3.2 共振曲線

表2.1に示す6回のテスト毎に、全加速度計ごとに1枚ずつ共振曲線が得られたが、その一部（4枚）を巻末に示した。

共振曲線は、共振々動数および減衰定数を求めるために描くものであるが、(A)横軸に毎秒振動数 f (c/s) 縦軸に10 c/s換算変位（起振機の回転数を600 rpmした場合即ち起振力を一定にした場合の変位に換算）をとって描いたものと、(B)横軸に毎秒振動数 f (c/s)、縦軸に実変位をとって描いたものの2種類について描き両者から共振々動数と減衰定数を求めてみたが、(A)、(B)の間にほとんど差がなかったため、直接実変位が判る(B)によつて示した。

以下に示す共振々動数および減衰定数は(B)によつて描かれた共振曲線から求めたものである。

3.3 共振々動数および減衰定数

共振曲線から得られた共振々動数および減衰定数等を、表3.1に各テストごとに示した。

この表の記号は

R : 共振時の毎分回転数（起振機の回転計から）

f_r : 共振々動数（オシログラフの記録から）

$\ddot{x}$: 共振時の加速度

x : " の実変位

h : 減衰定数

平均値として次の値が求まった。

共振々動数 $f_r = 2.77$ c/s

図 3.1

P_s 静土圧

東京 ← | → 松戸

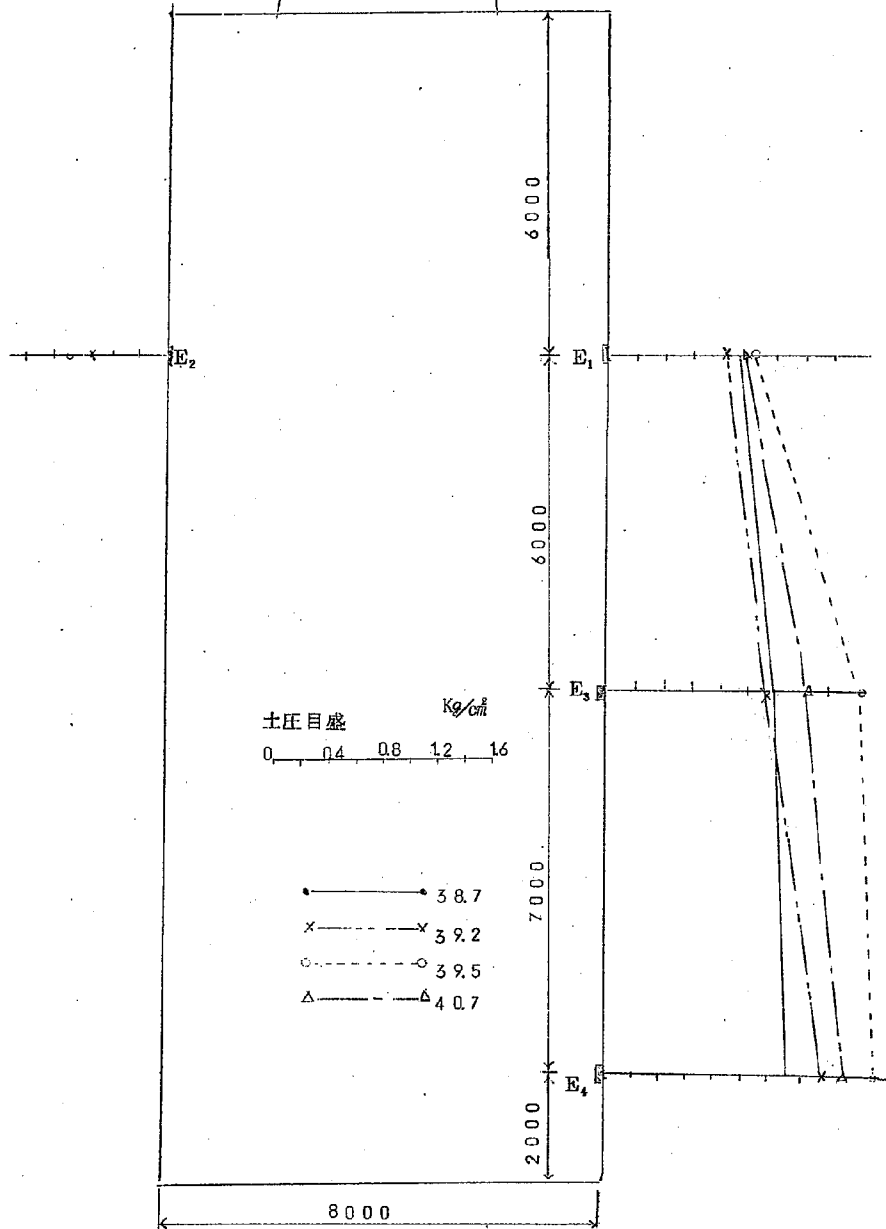
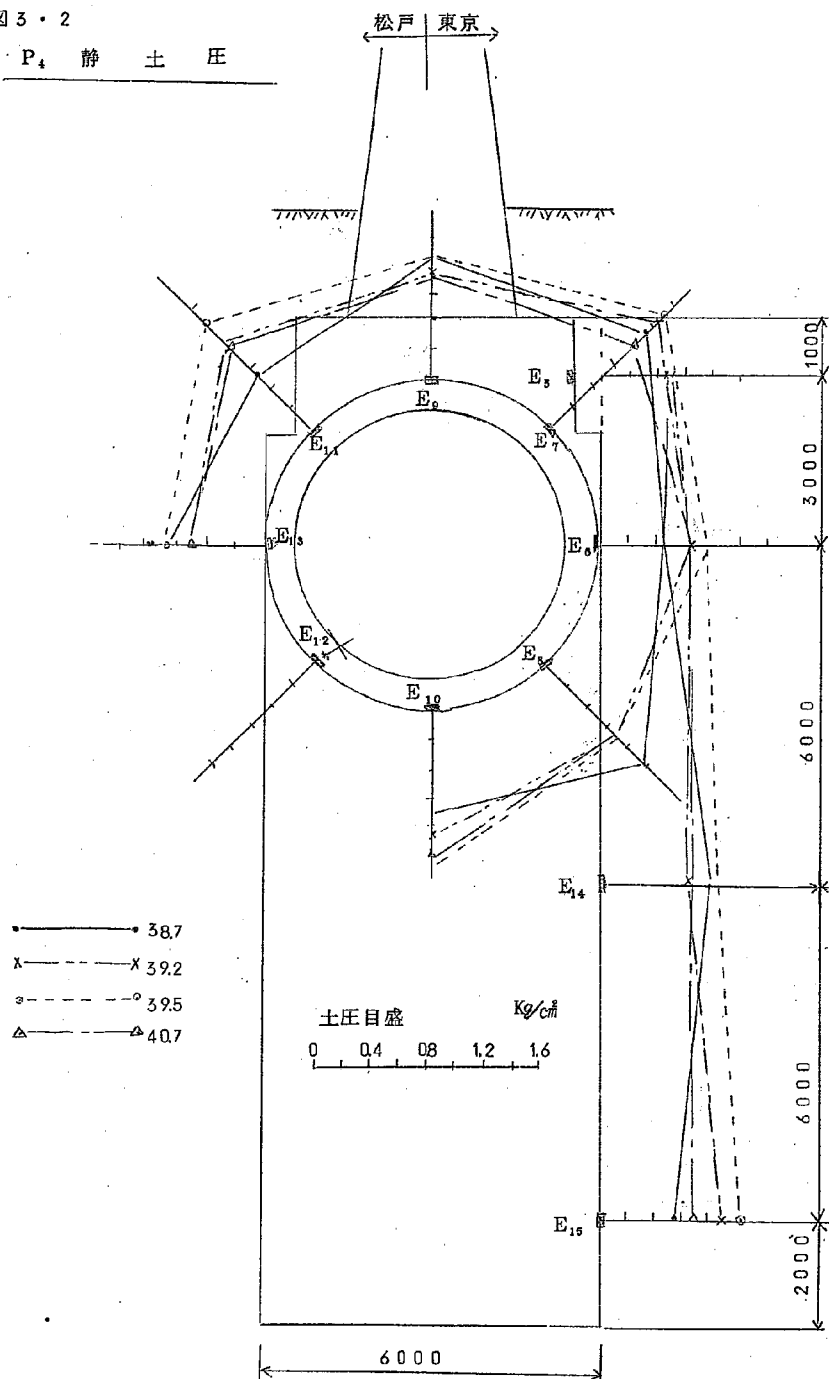


図 3・2

P₄ 静 土 圧



減衰定数 $\eta = 0.066$

3.4 振動モードおよび P_0 橋脚の挙動

橋梁全体としての橋軸方向の共振時の振動モード、動土圧分布及び地盤の動的基礎係数 (K 値) を、各テストごとに図 3.4 (1)~(6) に示す。

振動モードは床版上の各点、橋脚天端、橋台天端および P_0 橋脚井筒中に設置された加速度計により共振時における変位を求めて描いたものである。

可動支承をもつ橋脚 (P_1 , P_2 以外の橋脚) および橋台 (A_1 , A_2) の天端の変位は非常に小さく、固定橋脚 P_0 の約 $1/100$ 程度 (P_0 天端で 0.025 cm に対し、 P_1 天端で 0.0002 cm) で、モード図には描けなかつた。

動土圧分布および動的 K 値は P_0 橋脚の井筒に埋設された加速度計および土圧計から求めたものである。

表 3.1

1)

共振々動数及び減衰定数一覧表〔実変位〕

Test	計器 番 号	R (r.p.m)	fr (c/B)	x' (gal)	x (cm)	h	登り↑ 下り↓	備 考
1-1	K-56	165	2.73	8.45	0.0287	0.0806	↓	
	K-55	167	2.73	8.66	0.0295	0.0897	↓	
	K-58	167	2.73	1.19	0.0040	0.0934	↓	
	K-26	176 171	2.81	6.06	0.0195	0.0569	↓	
	K-21	174	2.83	6.19	0.0196	0.0618	↓	
	K-23	176 171	2.81	6.26	0.0201	0.0819	↓	
	K-24	174	2.83	4.50	0.0142	0.0636	↓	
	A ₁	174	2.83	1.59	0.0050	0.0548	↓	
1-2	K-50	170	2.78	5.69	0.0187	0.0899	↑	
	K-54	175	2.90	5.14	0.0155	0.0670	↑	
	K-21	160	2.64	9.52	0.0346	0.0871	↑	
	K-23	160	2.64	7.58	0.0276	0.0739	↑	
	K-25	163	2.66	5.01	0.0180	0.0714	↑	
	A ₁	156	2.54	2.57	0.0101	0.0728	↑	
	A ₂	160 161	2.64	1.23	0.0045	0.0890	↑	
1-3	K-52	171	2.82	12.57	0.0401	0.0709	↑	
	K-50	173	2.82	7.04	0.0216	0.0766	↑	
	K-21	169	2.79	9.96	0.0324	0.0878	↑	
	K-23	167	2.74	8.04	0.0271	0.0639	↑	
	K-24	167	2.74	8.24	0.0278	0.0712	↑	
	A ₁	169	2.79	2.73	0.0089	0.0448	↑	
	A ₂	167	2.74	1.35	0.0045	0.0493	↑	
	A ₃	167	2.74	0.50	0.0017	0.0493	↑	

2)

共振振幅数及び減衰定数一覧表〔実変位〕

Test	計器 番号	R (r.p.m)	f_r (c/s)	X (gal)	x (cm)	h	登り↑ 下り↓	備 考
1-4	K-52	170	2.75	11.35	0.0380	0.0618	↑	
	K-50	176	2.87	7.07	0.0217	0.0697	↑	
	K-21	173	2.80	11.31	0.0365	0.0643	↑	
	K-23	170	2.75	9.03	0.0303	0.0545	↑	
	K-24	170	2.75	8.65	0.0290	0.0545	↑	
	K-25	170	2.75	5.78	0.0194	0.0564	↑	
	A ₁	170	2.75	2.69	0.0090	0.0545	↑	
	A ₂	167	2.71	1.45	0.0050	0.0517	↑	
2-1	K-57	164	2.70	11.95	0.0403	0.0876	↓	
	K-55	170	2.81	14.28	0.0458	0.0747	↓	
	K-26	177	2.91	9.27	0.0277	0.0813	↓	
	K-21	164	2.74	3.40	0.0115	0.0438	↓	
	K-22	164	2.74	8.02	0.0270	0.0602	↓	
	K-23	164	2.74	6.70	0.0226	0.0566	↓	
	K-24	164	2.74	8.14	0.0274	0.0639	↓	
	K-25	166	2.80	5.12	0.0165	0.0571	↓	
	A ₁	170	2.81	2.05	0.0066	0.0819	↓	
2-2	K-21	170	2.81	4.40	0.0141	0.0445	↑	
	K-22	160	2.80	9.76	0.0315	0.0465	↑	
	K-24	172	2.85	9.53	0.0297	0.0456	↑	
	K-25	167	2.80	6.07	0.0196	0.0455	↑	
総 合 計		121.66				2.9047	計器総数 44	
平 均		2.765				0.0660		

Test 1 - 1



図34(2) 橋軸方向モーメント土圧分布, K 値

Test 1-2

$f_r = 2.64\%$ (共振率)
 $R = 160 \text{ kRm (上り)}$
 $\bar{r} = 0.0718$

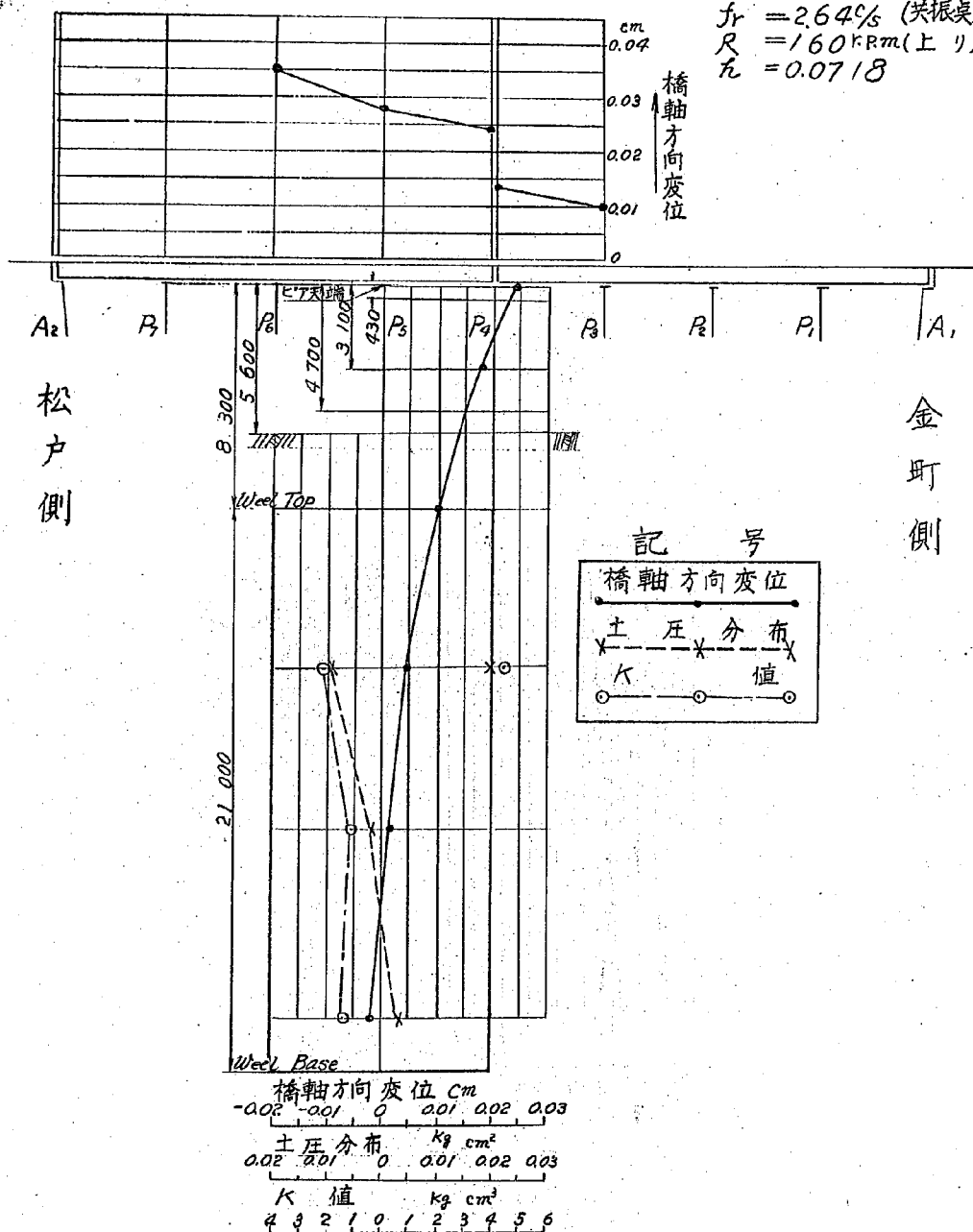


図3.4(3) 橋軸方向モード土圧分布、 K 値

Test 1-3

$f_r = 2.74\%$ (共振率)
 $R = 167 \text{ kPa}$ (上り)
 $h = 0.0621$

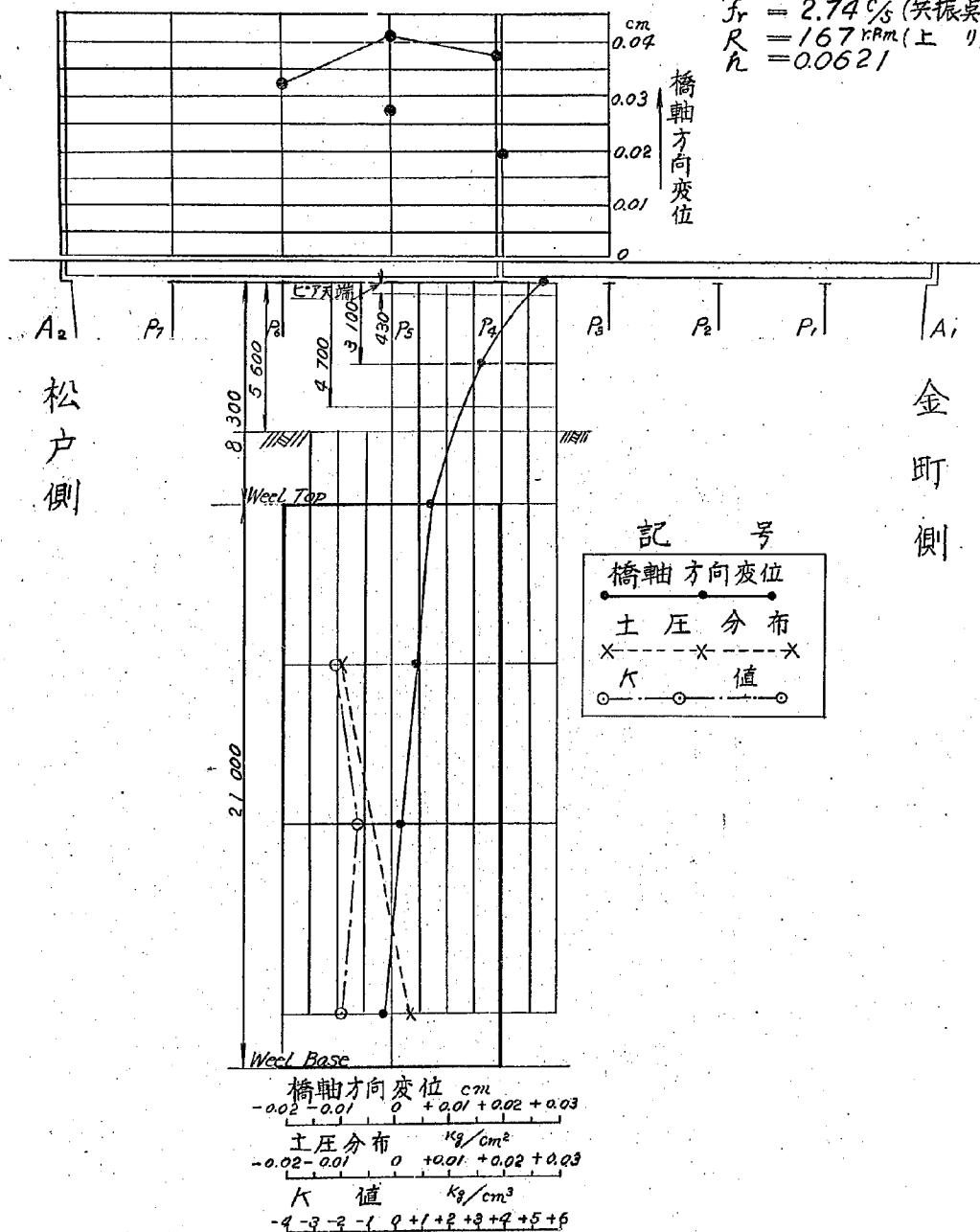


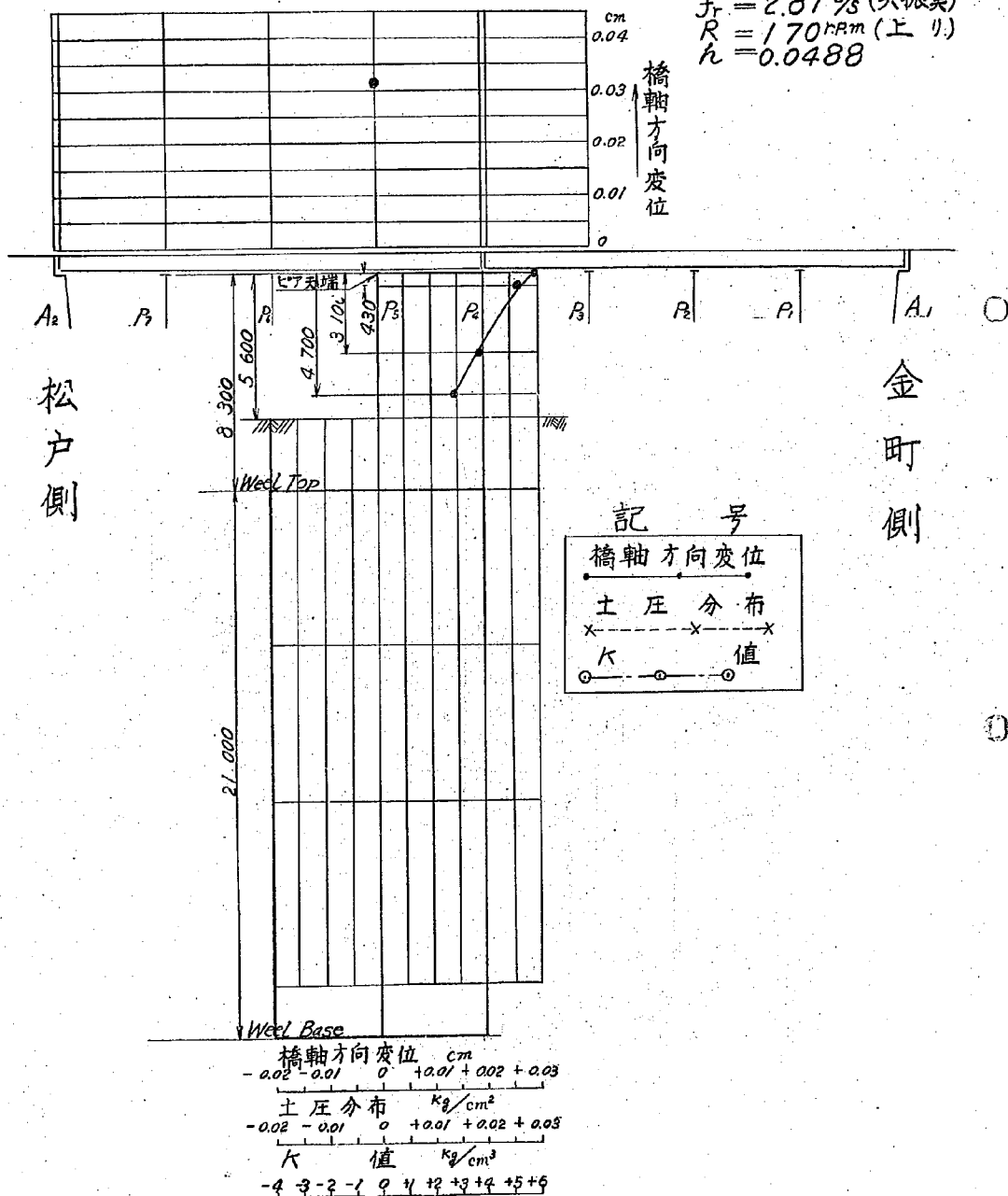
図3.4(6) 橋軸方向モード土圧分布、K値

Test 2 - 2

$$f_r = 2.81\% \text{ (共振率)}$$

$$R = 170 \text{ hr/m (上り)}$$

$$h = 0.0488$$



§ 4. 考 察

4.1 結果のまとめ

本試験より得られた、新葛飾橋の橋軸方向の振動特性は次の通りである。

(1) 橋梁全体の共振々動数は $f_s = 2.77 \text{ c/s}$

(2) " 減衰定数は $h = 0.066$

(3) 振動モードについては、上部4径間は同じ動きをしており、下部構造は固定橋脚 P_1 の天端が上部構造とほぼ同じ動きであり、可動支点橋脚、橋台はほとんど振動していない。即ち、上部構造の橋軸方向の振動に対して抵抗しているのは固定橋脚のみである。

次に固定橋脚(P_1)については、比較的剛な井筒部では曲げはほとんどなく、井筒底面から井筒長の $1/4 \sim 1/3$ の点を中心にしたロッキング振動とみなされ、比較的剛性の小さい脚柱部ではかなりの曲げ変形が伴っている。

(4) 動土圧分布は、測点が少くて、はつきり言えないが、エンゲルスの仮定にはほぼ一致しており、放物線分布とみなしてもよからう。

(5) 動的 K 値については、測点によるバラツキはあるが、 $2 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ 程度である。

4.2 固有振動数の計算法について²⁾

今回の試験及び前回の橋脚試験で得られた資料を参考にして井筒橋脚を有する橋梁の橋軸方向の固有振動数をレーレー法により求めてみる。この計算法については前報告書¹⁾に説明したのでここでは基本となる仮定および得られる式を示し、数値計算結果を示す。

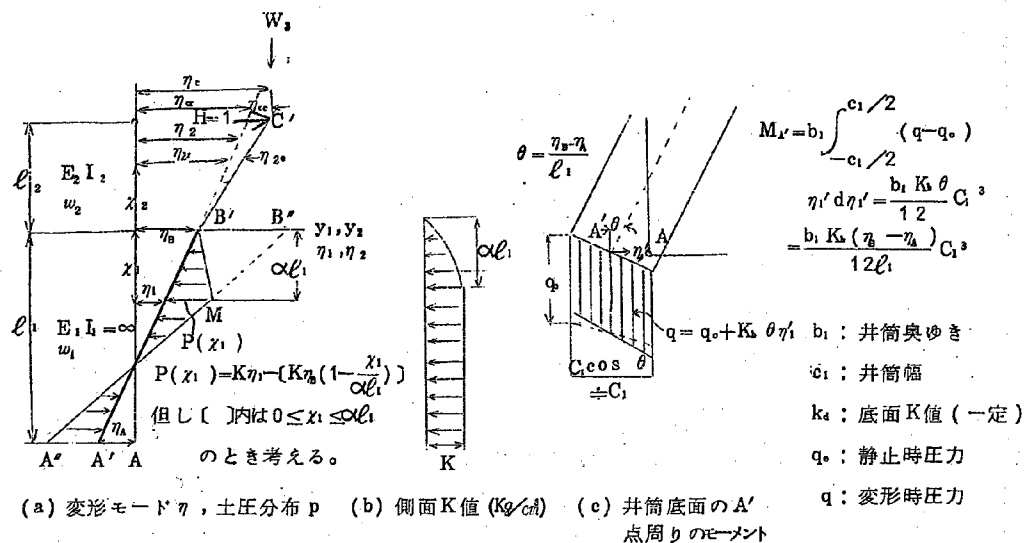


図 - 4.1

〔計算仮定〕 図 4.1 に示す如く、次の仮定をおく。

- (1) 固定橋脚を基本とし、それに付随する上部全径間分の重量が橋脚天端に付着している振動系を考える。即ち可動支承を有する橋脚、橋台は振動系に關与しないものとする。

この系に以下の仮定をおきレーレー法を適用して固有振動数を求める。

- (2) 橋脚の振動モードは橋脚天端に働く、水平外力 $H = 1$ による変形曲線を考え、上部構造の変形量は橋脚天端の変形量と同じとする。
- (3) 井筒部 (図の ℓ_1 部) の弾性変形は省略し回転変形のみとし脚柱部 (図の ℓ_2 部) は弾性変形を考慮する。
- (4) 土圧反力分布は、ある深さ (図の $\alpha \ell_1$) までは、深さに比例し、それ以下は井筒の変形量に比例する 2 本の直線で表わされるものとする。 α は地盤の条件および振動振幅により決る定数である。
- (5) 土のバネ効果としては、地盤の基礎係数 (いわゆる K 値) の概念を導入し、井筒側面の K 値の深さに対する分布状態を、(4) に仮定した土圧分布に伴い図 (b) の如

く考える。井筒底面のK値(Kb)は図(c)の如く一定と考える。

〔計算式〕 以上の仮定の基に、レーレー法により固有振動数fnの計算式を求めると

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{b_1 K g (1 + e_1 + e_2 + e_3)}{w_1 + d_2 w_2 + d_3 w_3}} \quad (4.1)$$

となる。

ここに w_1 = 井筒の単位長さ当りの重量

w_2 = 脚柱の単位長さ当りの重量

w_3 = W_3 / ℓ_1 (= 上部重量 / 井筒の根入長)

g = 重力の加速度 = 9.8 m/sec^2

e_1, e_2, e_3 はそれぞれ井筒部の $\alpha \ell_1$ までの影響, 脚柱部の曲げ変形の影響および井筒底面の影響項でそれぞれ次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= \frac{-\frac{\alpha \eta_B}{2} \{3 \eta_B + \alpha (\eta_A - \eta_B)\}}{\eta_A^2 + \eta_A \eta_B + \eta_B^2} \\ e_2 &= \frac{\ell_2^3 / (\ell_1 b_1 K E_2 I_2)}{\eta_A^2 + \eta_A \eta_B + \eta_B^2} \\ e_3 &= \frac{\frac{1}{4} \frac{K_1}{K} (\frac{c_1}{\ell_1})^3 (\eta_B - \eta_A)^2}{\eta_A^2 + \eta_A \eta_B + \eta_B^2} \end{aligned} \right\} \quad (4.2)$$

又 d_2, d_3 は次式で表わされる

$$\left. \begin{aligned} d_2 &= \frac{\frac{\ell_2^3}{\ell_1^3} \{ \eta_B^2 + \eta_B \eta_{Cr} + \eta_{Cr}^2 + 20 E_2 I_2 (4 \eta_B + 11 \eta_{Cr}) \} + \frac{11 \ell_2^6}{140 E_2^2 I_2^2}}{\eta_A^2 + \eta_A \eta_B + \eta_B^2} \\ d_3 &= \frac{3 \eta_{Cr}^3}{\eta_A^2 + \eta_A \eta_B + \eta_B^2} \end{aligned} \right\} \quad (4.3)$$

但し η は各点の $H=1$ による変位量であり、それぞれ次式で表わされる。

$$\eta_A = -\frac{2+6\xi-2\alpha^2-6\alpha\xi-\lambda}{2-4\alpha+2\alpha^2+2\lambda-\lambda\alpha} \beta$$

$$\eta_B = \frac{4+6\xi+\lambda}{2-4\alpha+2\alpha^2+2\lambda-\lambda\alpha} \beta$$

※

$$\eta_{cr} = \frac{4 + 12\xi + \lambda + 12\xi^2 - 2\alpha^2\xi - 6\alpha\xi^2}{2 - 4\alpha + 2\alpha^2 + 2\lambda - \lambda\alpha} \beta$$

$$\eta_0 = \eta_{cr} + \frac{\ell_2^3}{3E_2 I_2}$$

$$\text{但し} \quad \beta = 2/b_1 K \ell_1$$

$$\xi = \ell_2/\ell_1$$

$$\lambda = K_1 G_1^3 / K \ell_1^3$$

※

(4.4)

〔数値計算〕 図 4.2 に示す諸元を代入して、数値計算を行つた結果を図 4.3 に実線で示す。横軸に地盤の基礎係数 K (kg/cm^3) をとり、 α をパラメータにとつて縦軸に固有振動数 f_n (c/s) を示している。

〔実測結果との比較〕 実測結果は $K = 2 \sim 5 \text{ kg}/\text{cm}^3$

固有振動数は P_5 橋脚単体で $5.2 \sim 6.2 \text{ c/s}$

上部架設後で $2.6 \sim 2.9 \text{ c/s}$ (平均 2.77 c/s)

であるから、 $K = 4 \sim 5 \text{ kg}/\text{cm}^3$ 、 $\alpha = 0 \sim 0.1$ と考えるとほぼよい近似を示している。

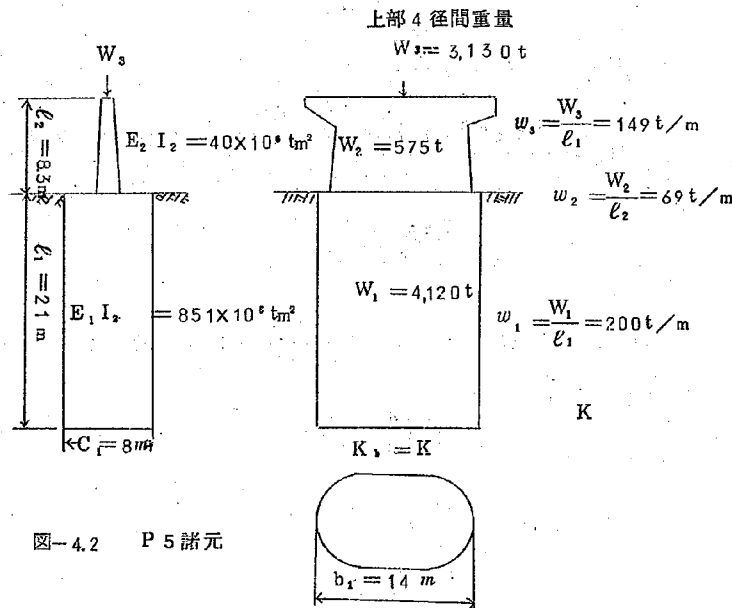


図-4.2 P 5 諸元

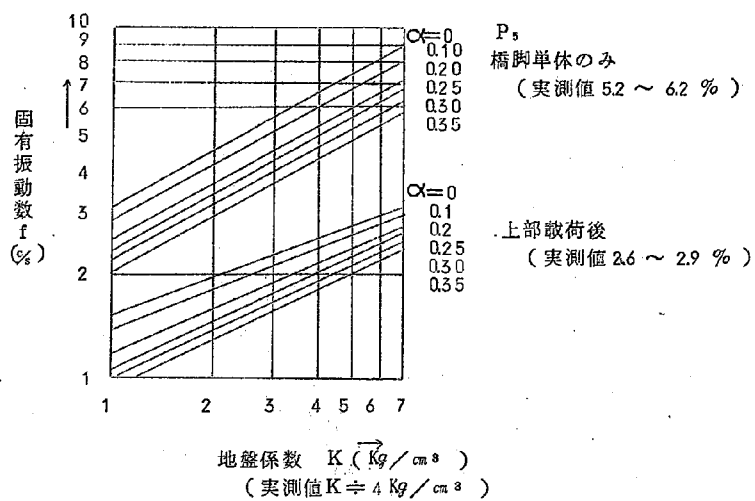


図 4-3 レーレー法による固有振動数の計算

あ と が き

以上試験結果を述べたが、この結果から本橋の耐震性を如何に判定するか又如何に実際の耐震設計にとり入れていくかは、今後更に検討していきたいと考えている。しかしこのためには、今後共この種の試験を続け、数多くの資料を集積すると共に、非常に不明な点の多い地震時 — 特に強震時 — の構造物の挙動を地盤動に対比させて直接強震計等で観測することが必要であると考えられる。

本橋については当所の要望により現在関東地方建設局でSMA C—B 2型の強震計2台を固定橋脚F。天端(図1.2参照)および左岸橋台から約400mはなれた松戸側の取付路側の地盤(図1.1参照)に設置中である。これにより耐震性に関する貴重な資料が得られるものと期待している。

最後に振動試験および強震計設置に対し御協力を願った関東地方建設局の関係者の各位に感謝の意を表する次第である。

振動試験およびデータの整理は当所の次の諸君が担当した。

構造橋梁部	構造研究室	建設技官	属 取	敷 (元)
"	"	"	川 島	美 治
"	橋梁調査室	研 究 員	小山田	欣 裕
"	"	建設技官	三 牧	翹
"	"	"	高 安	栄 寿
"	"	"	斎 藤	俊 三

参 考 文 献

- 1) 建設省土木研究所 : 新葛飾橋々脚振動試験, 昭和39年3月
- 2) 後 藤 尚 男 : 橋梁下部構造橋軸平行方向の固有周期算定について,
土木学会誌39巻7号, 昭和39年7月
- 3) 高 田 孝 信
栗 林 栄 一
岩 崎 敏 男) : 新葛飾橋の耐震実験, 土木学会地震工学研究発表会
昭和39年10月
- 4) 大久保 忠 良
栗 林 栄 一
岩 崎 敏 男) : 新葛飾橋の振動試験才8回日本道路会議
昭和40年10月

附図（共振曲線）

以下の図表は試験で得られた実測値を、特殊グラフ用紙にプロット（・印上り，○印下り）した共振曲線である。このグラフ用紙は、加速度計で得られた記録から直接共振曲線を求めるためのもので、横軸の振動数 f (c/s) と斜軸の加速度 a (gal) の間でプロットすれば、得られた曲線がそのまま横軸の f と縦軸の実変位 a (cm) とで共振曲線をなす様に作られている。

従つて、プロット後は斜軸を無視して、横軸が振動数、縦軸が実変位の普通の共振曲線（但し目盛は対数である）と考えてよい。尚加速度を表わす目盛の数値にはアンダーラインを施して、他の数値と区別している。

又右上の表中には、Test 計器番号等の外、その共振曲線から得られた特性値である共振々動数 f 、および減衰定数 h を示している。

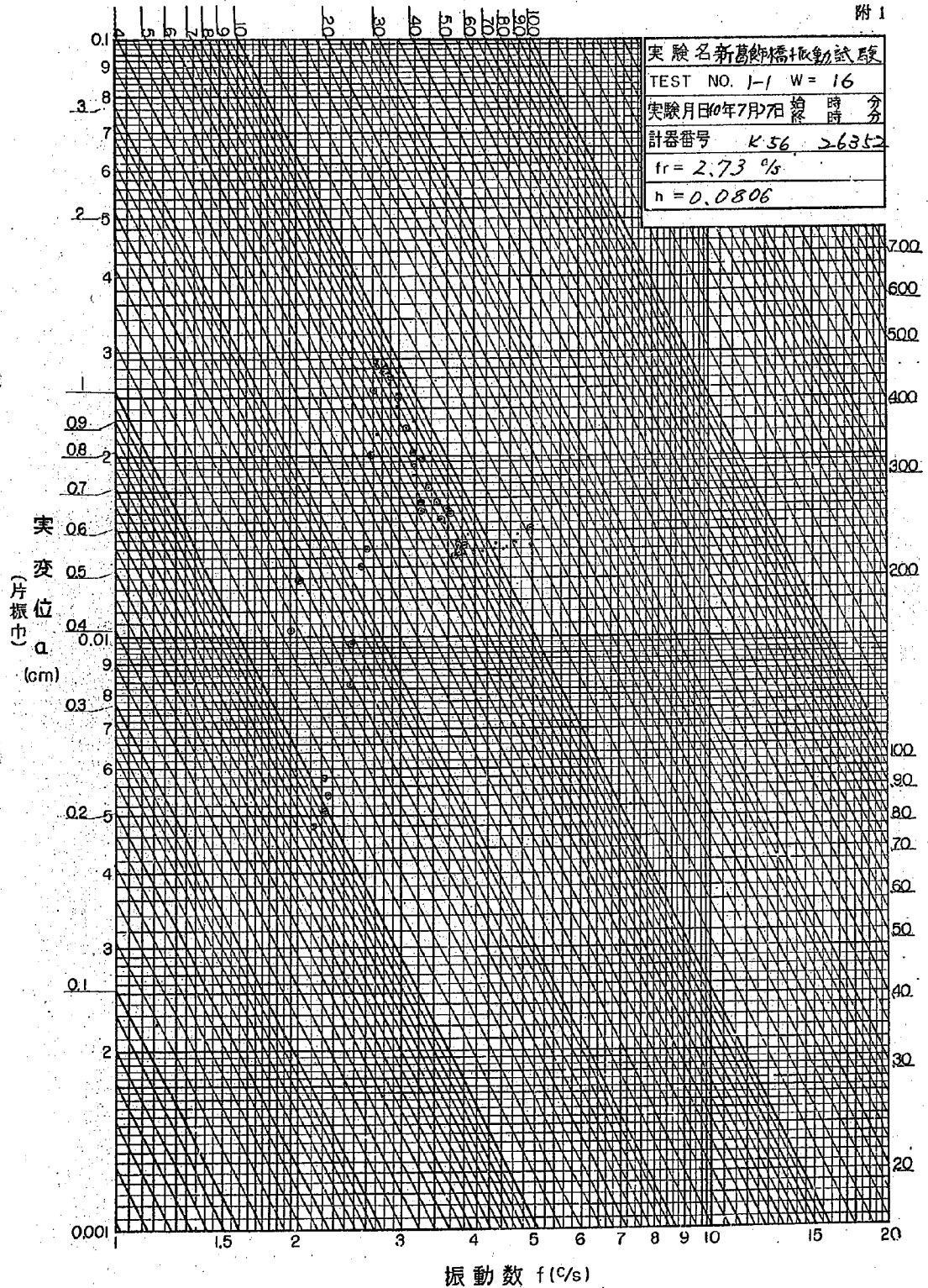
こゝには各テストで次表の○印のついた計器について、合計 44 枚示した。各テストにおける計器の配置点は図 2.4 (1)～(6)を参照のこと。

計器 Test	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A	A	A	A	合 計
	50	52	53	54	55	56	57	58	21	22	23	24	25	26	1	2	3	4		
1—1					○	○		○	○		○	○		○	○					8
1—2	○			○					○		○		○		○	○				7
1—3	○	○							○		○	○			○	○	○			8
1—4	○	○							○		○	○	○		○	○				8
2—1					○		○		○	○	○	○	○	○	○					9
2—2									○	○		○	○							4
合 計																				44

加速度 a (gal)

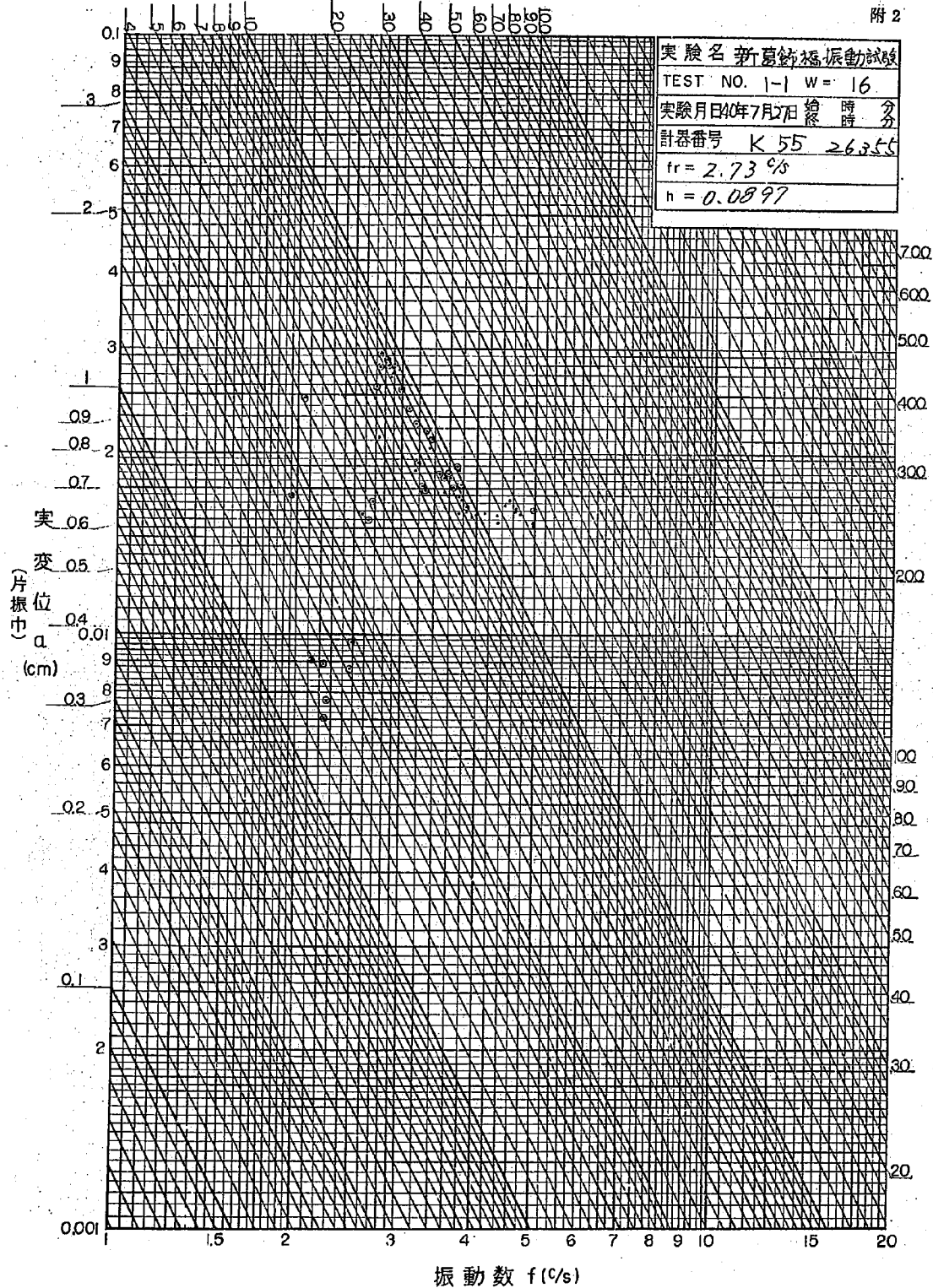
附 1

実験名 新潟御橋振動試験	
TEST NO. 1-1 W = 16	
実験月日	10年7月7日 始 時 分
計器番号	K56 26352
$f_r = 2.73 \%$	
$h = 0.0806$	

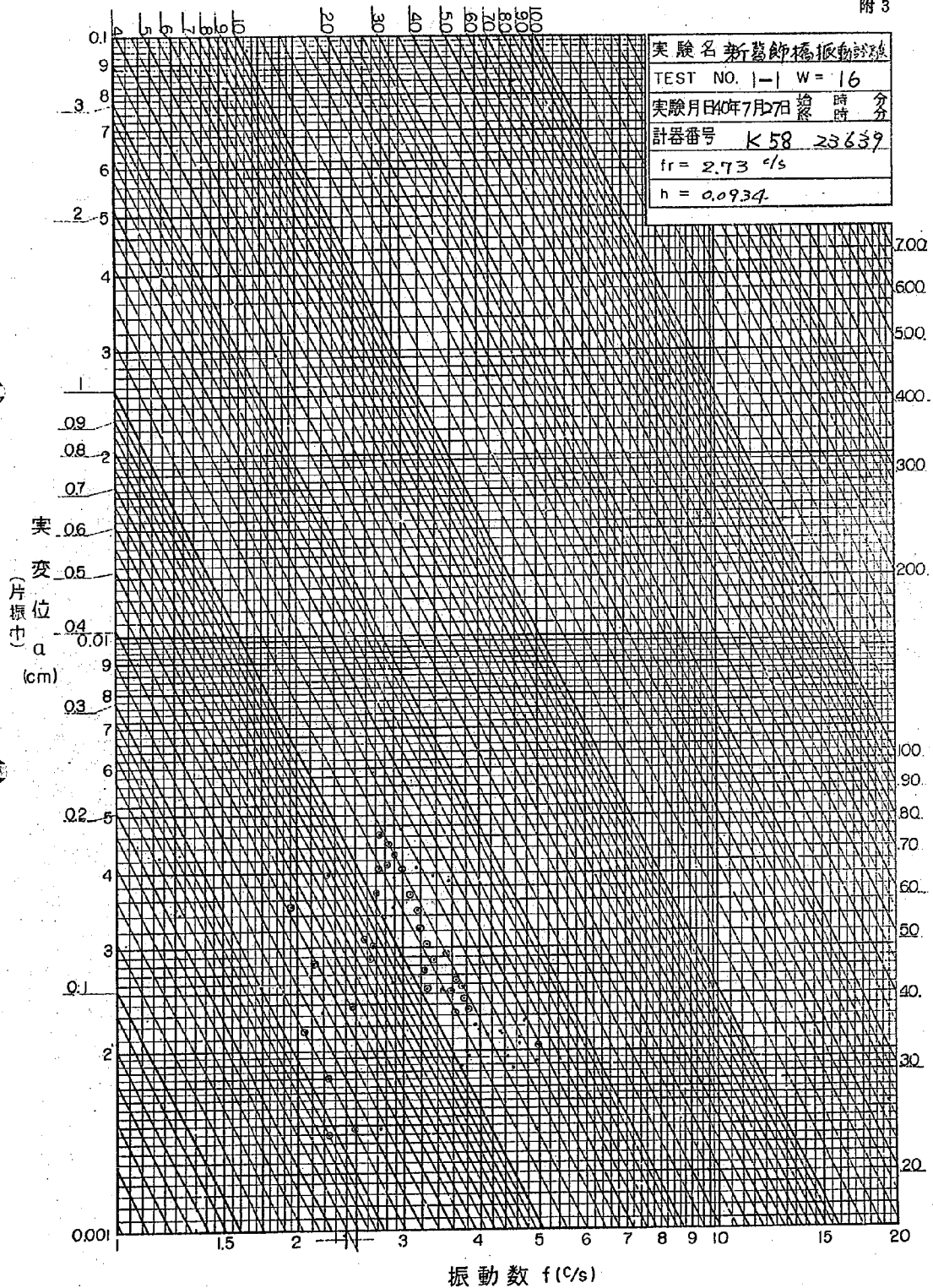


加速度 a (gal)

附 2

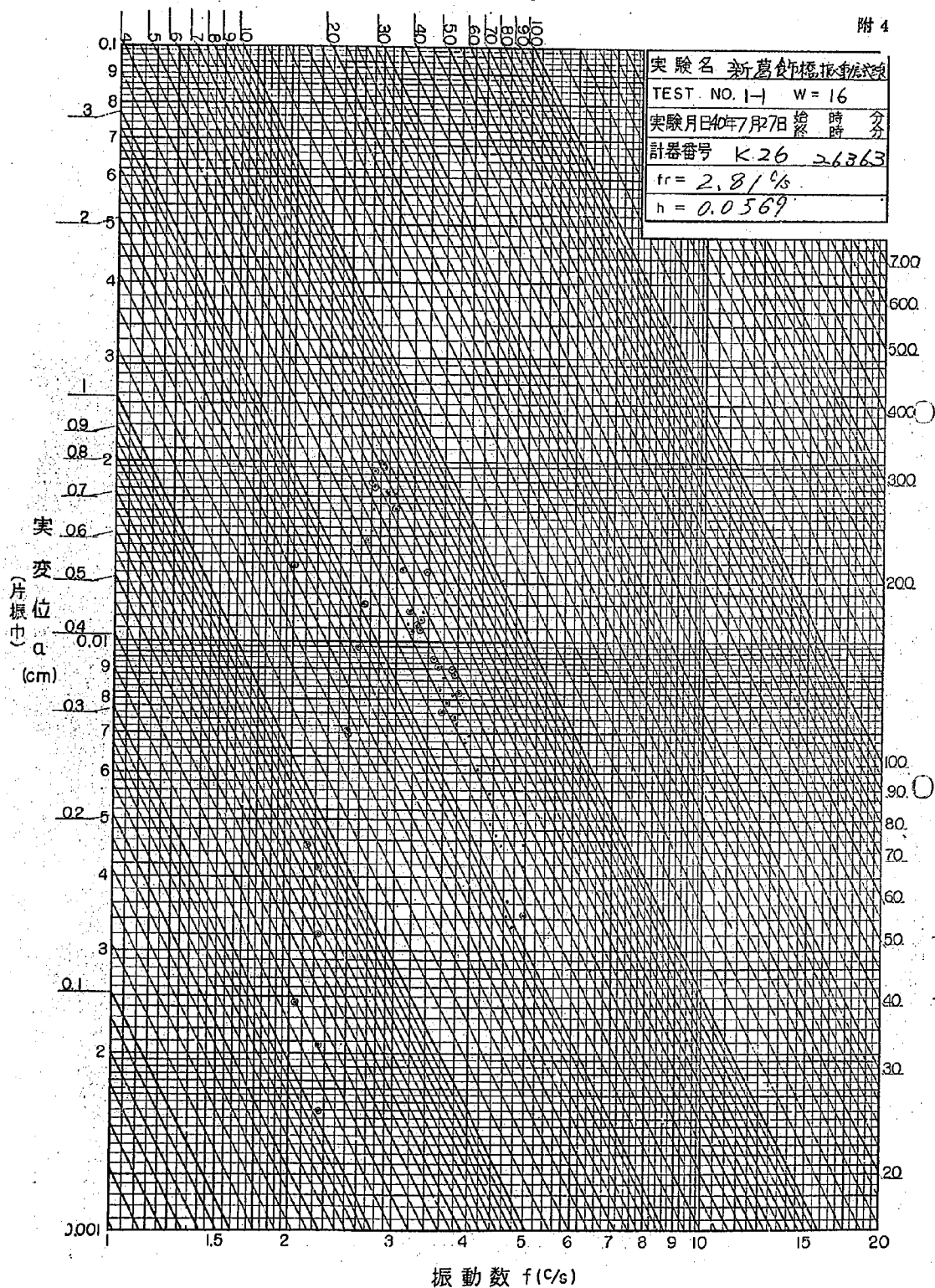


附 3



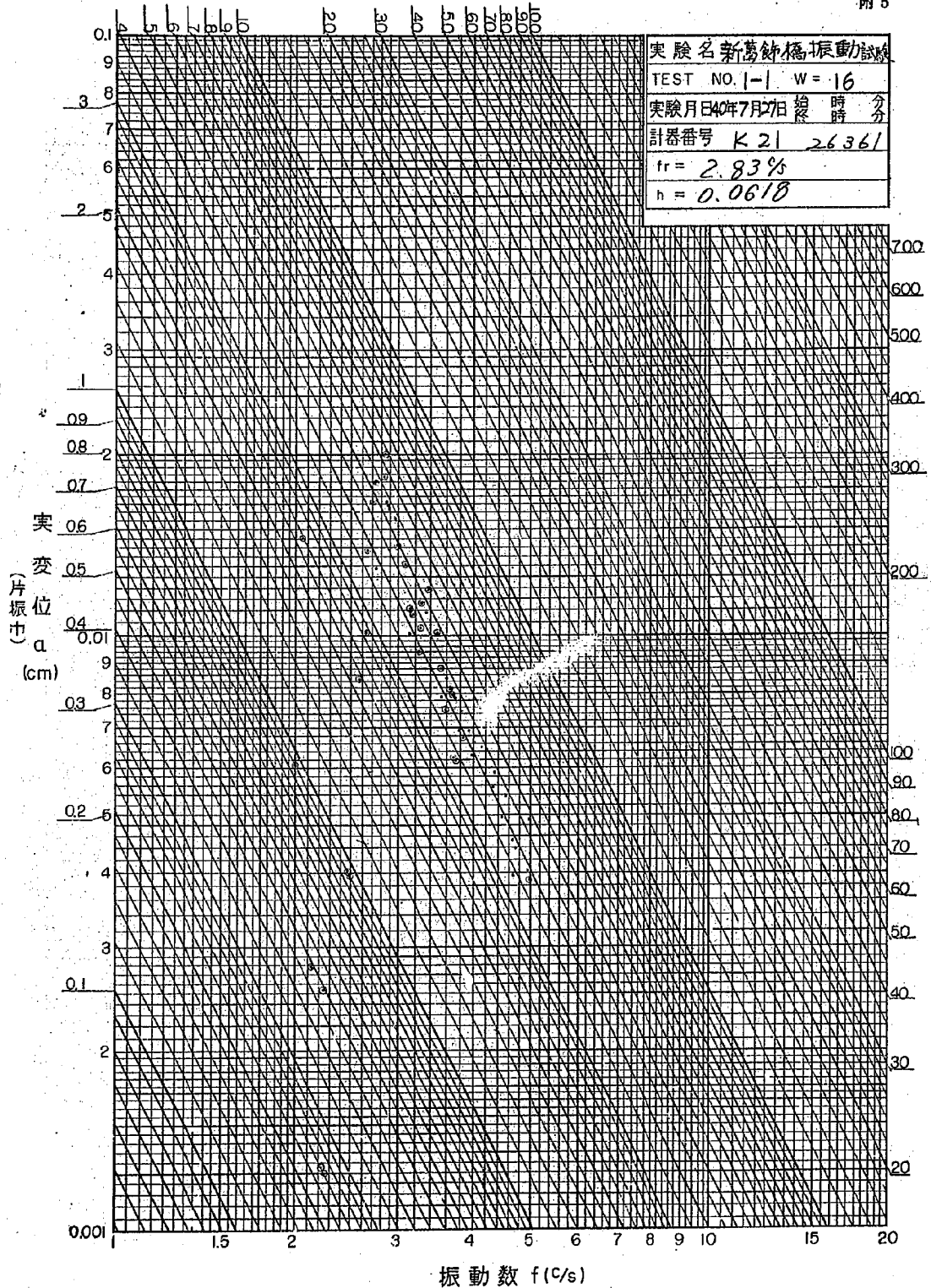
加速度 α (gal)

附 4



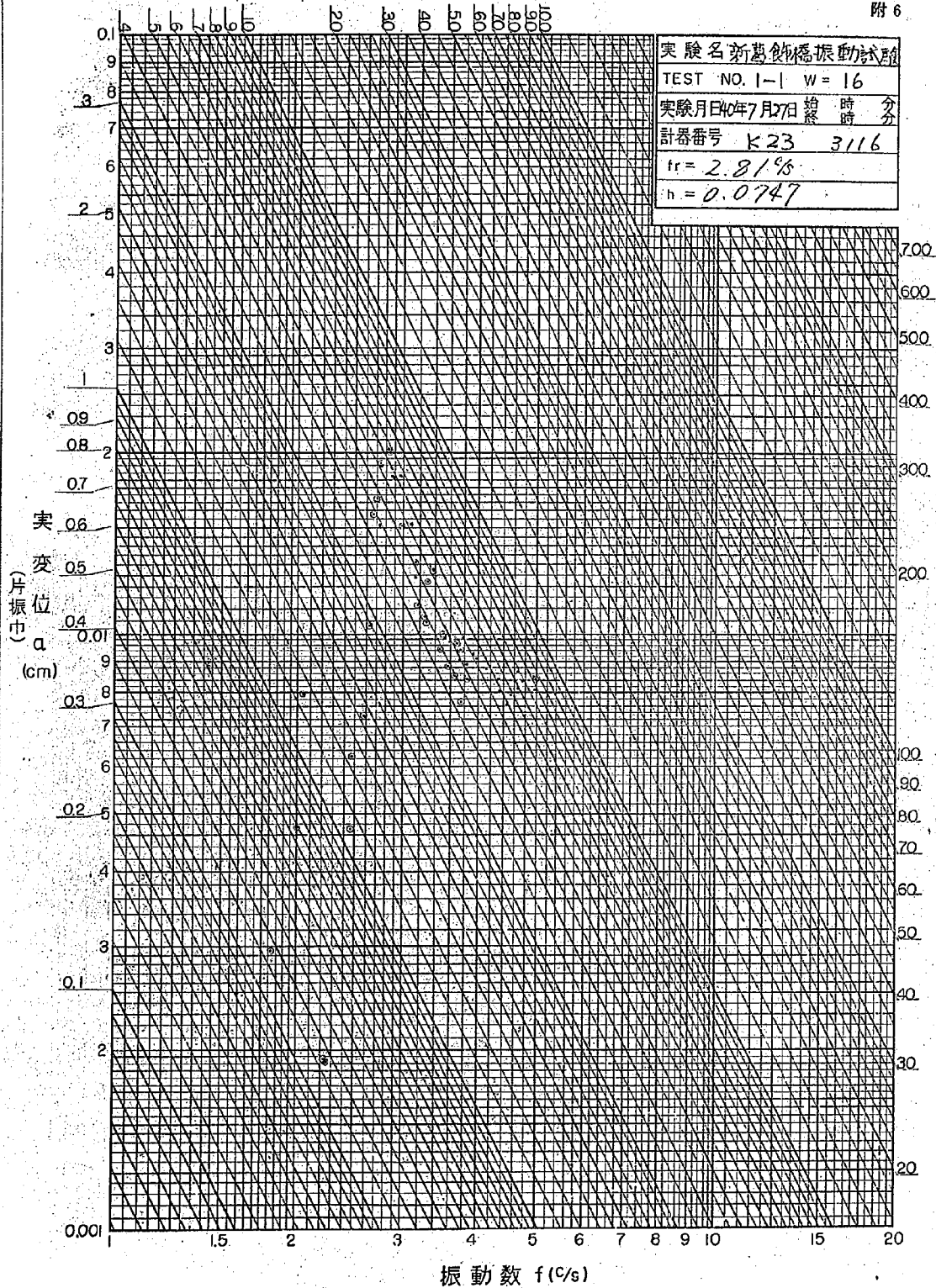
加速度 α (gal)

附 5



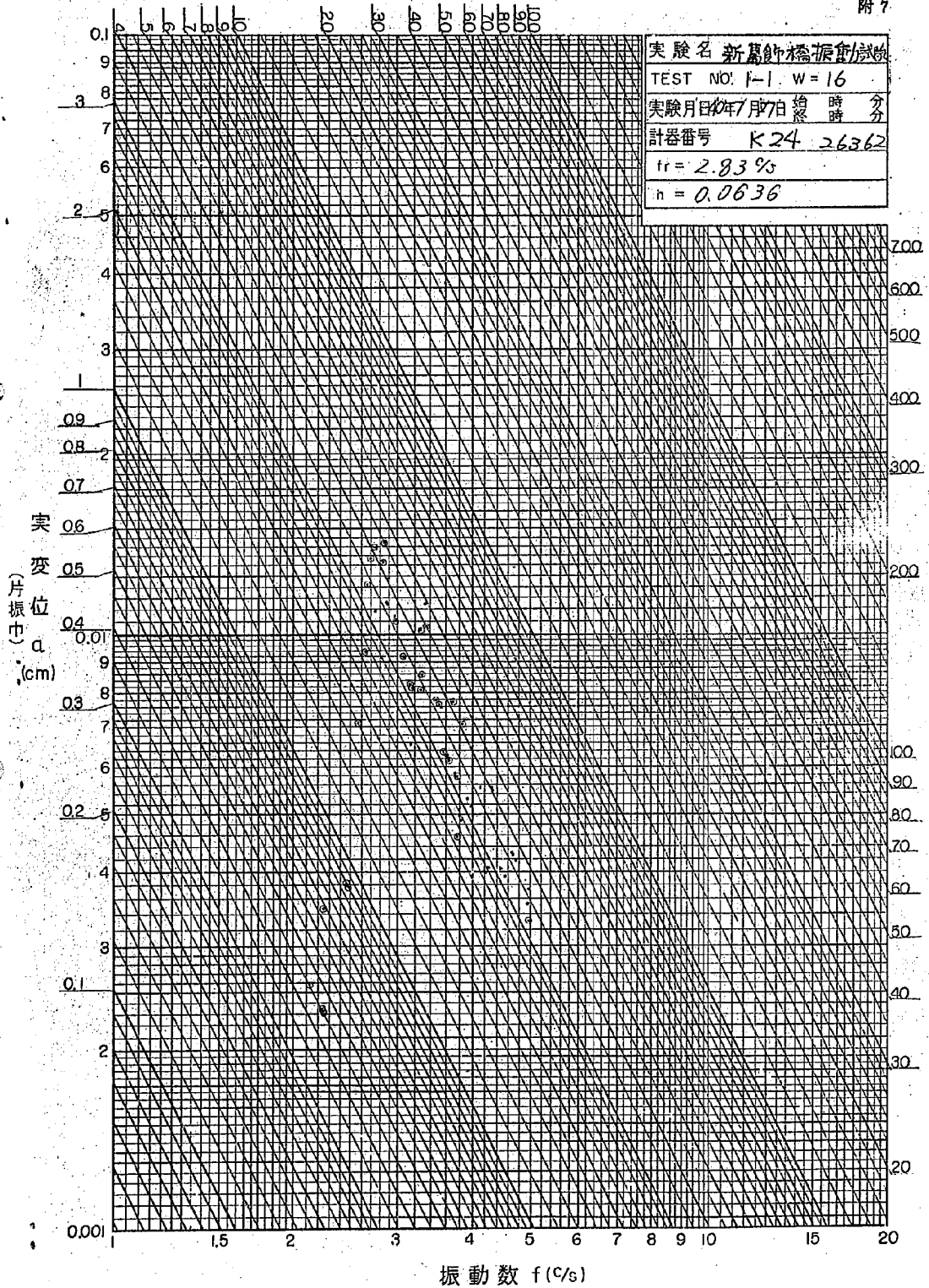
加速度 a (gal)

附 6



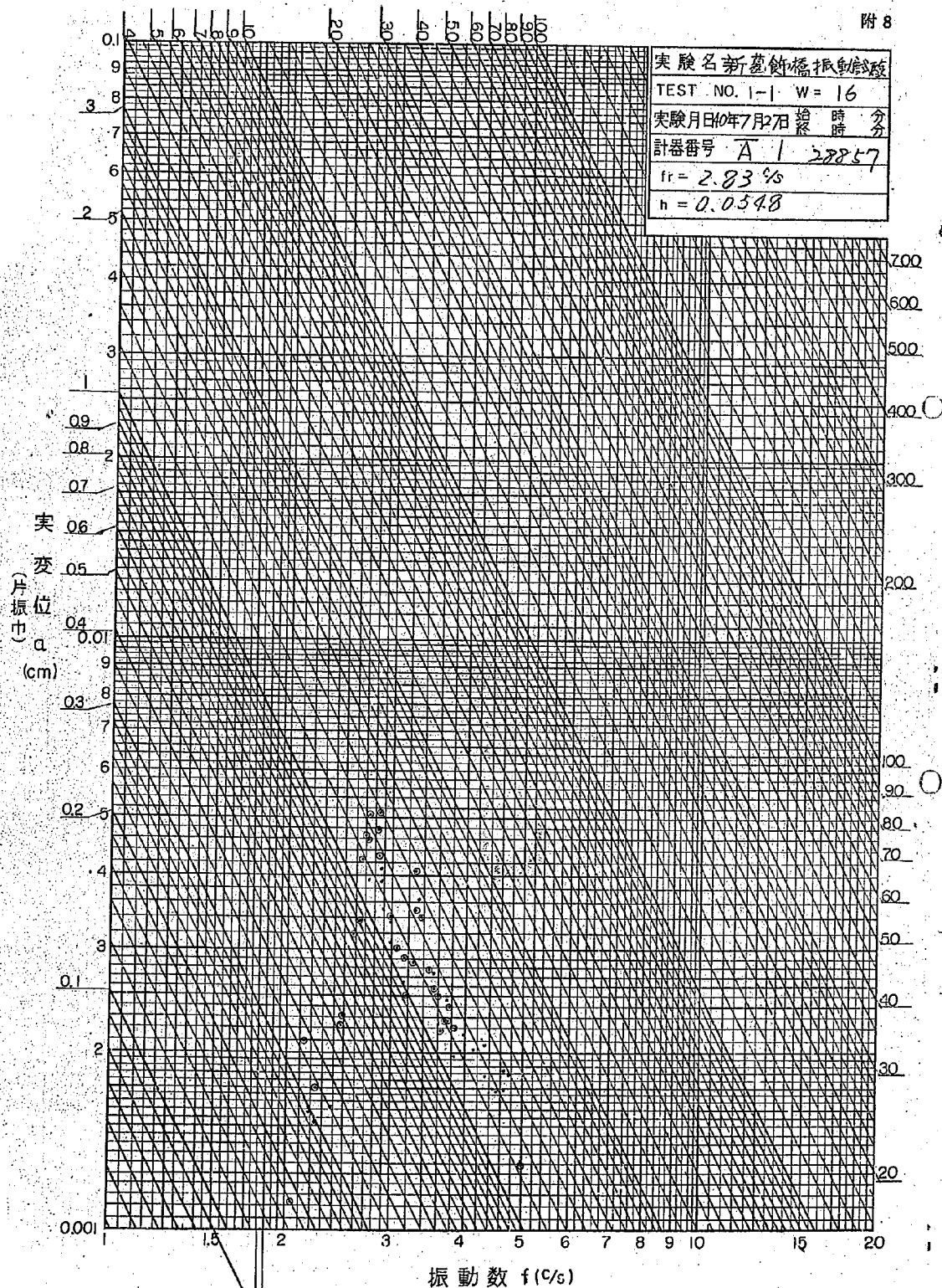
加速度 α (gal)

附 7



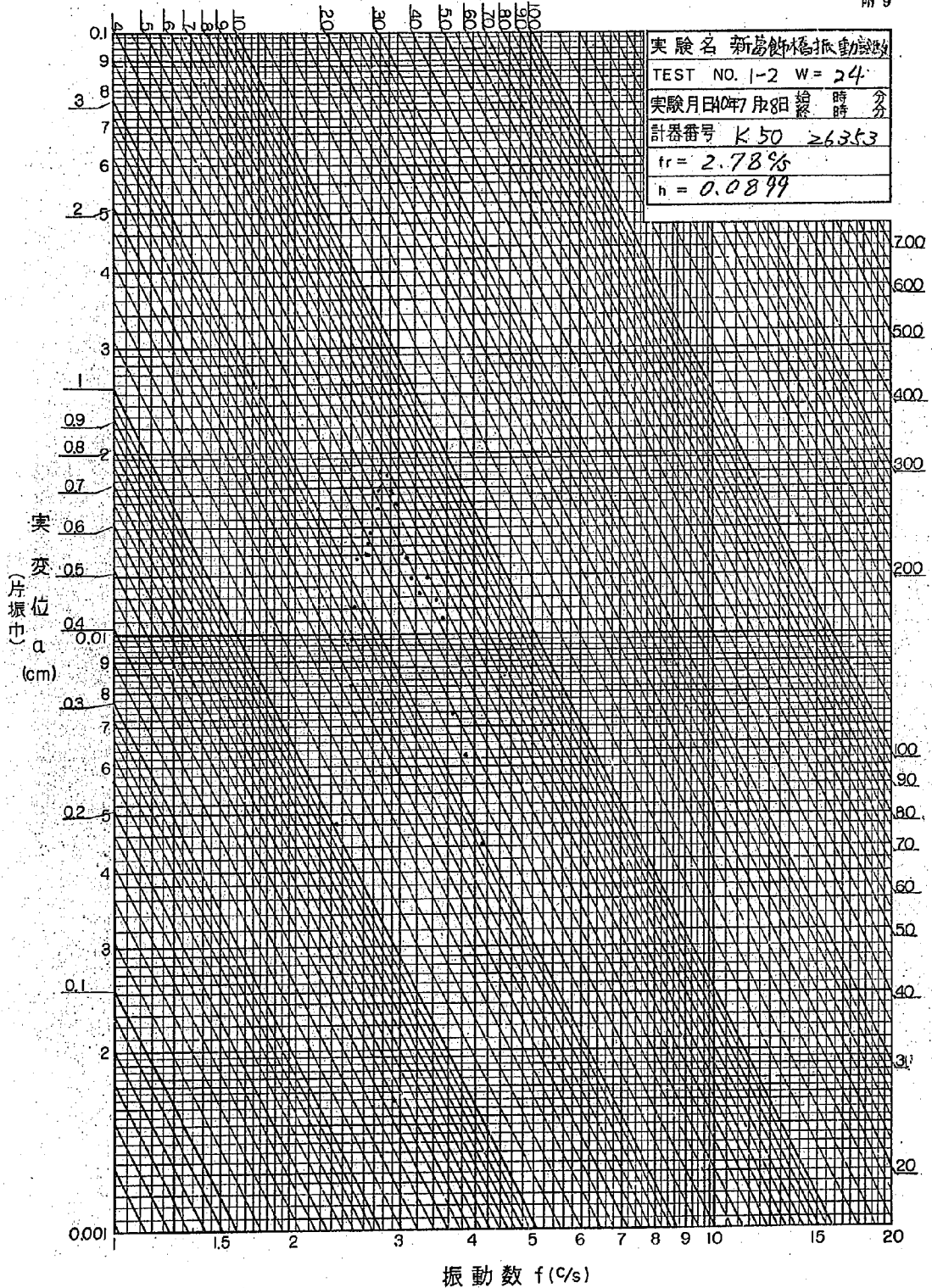
加速度 a (gal)

附 8



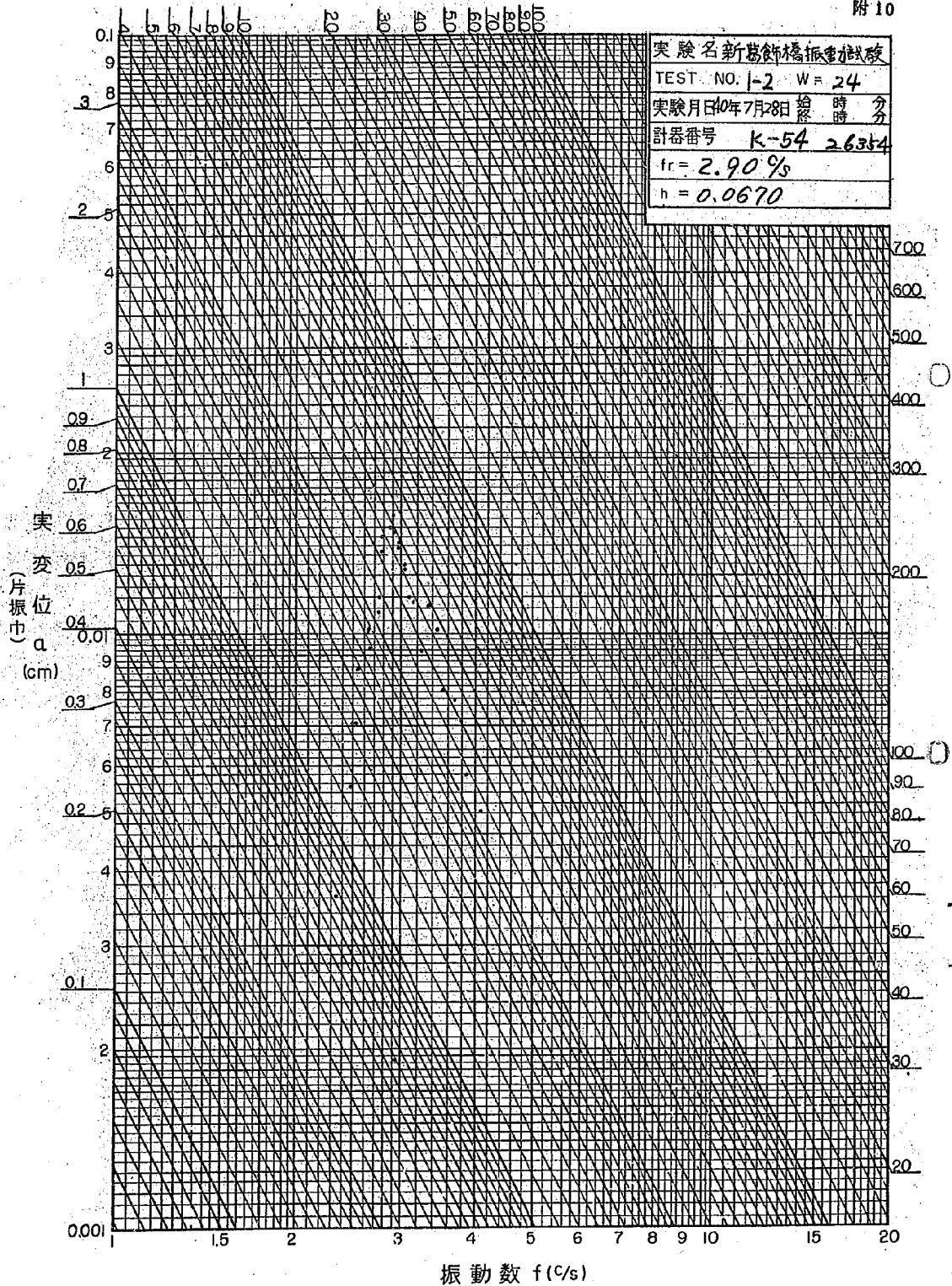
加速度 a (gal)

附 9



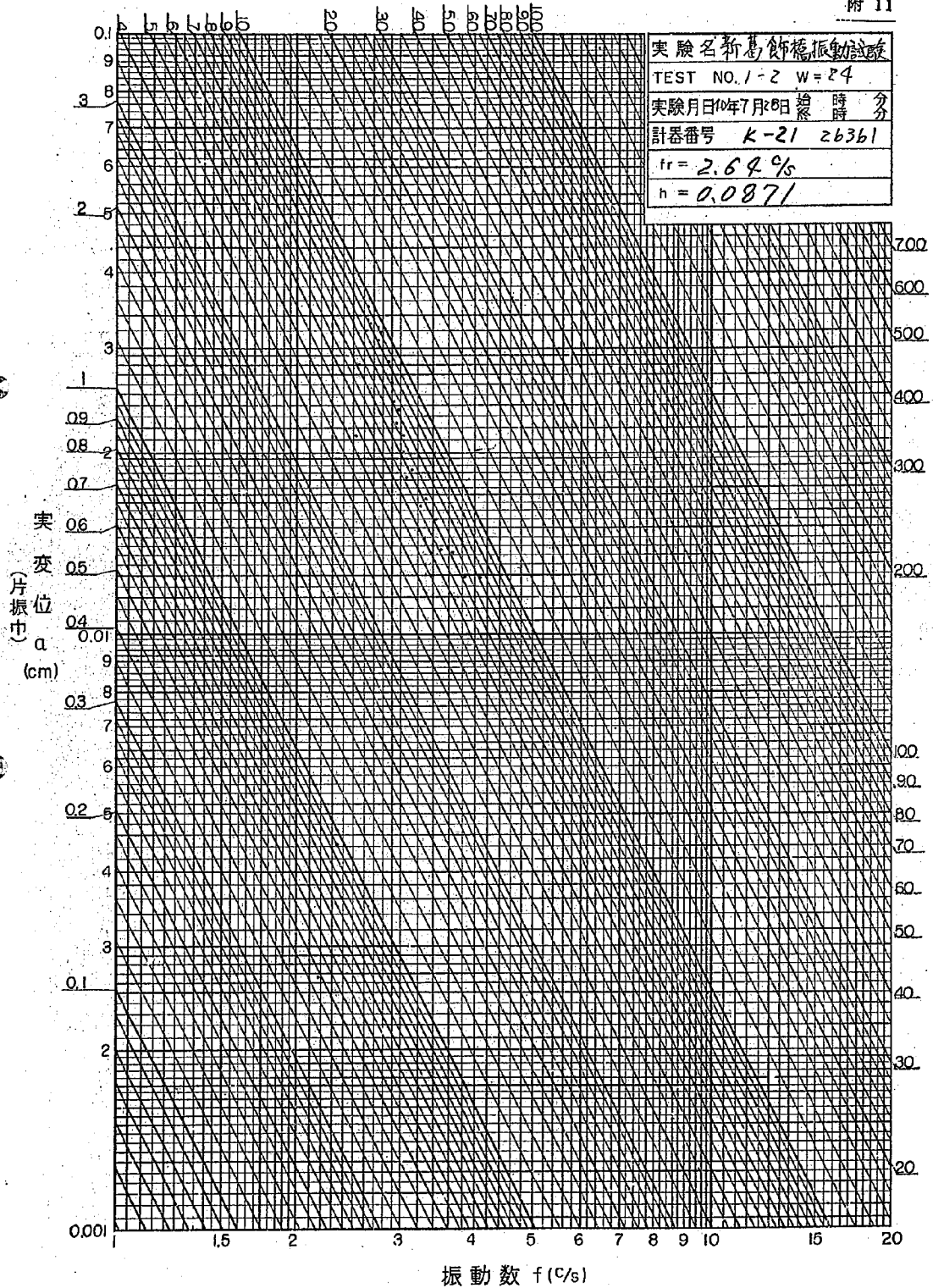
加速度 a (gal)

附 10



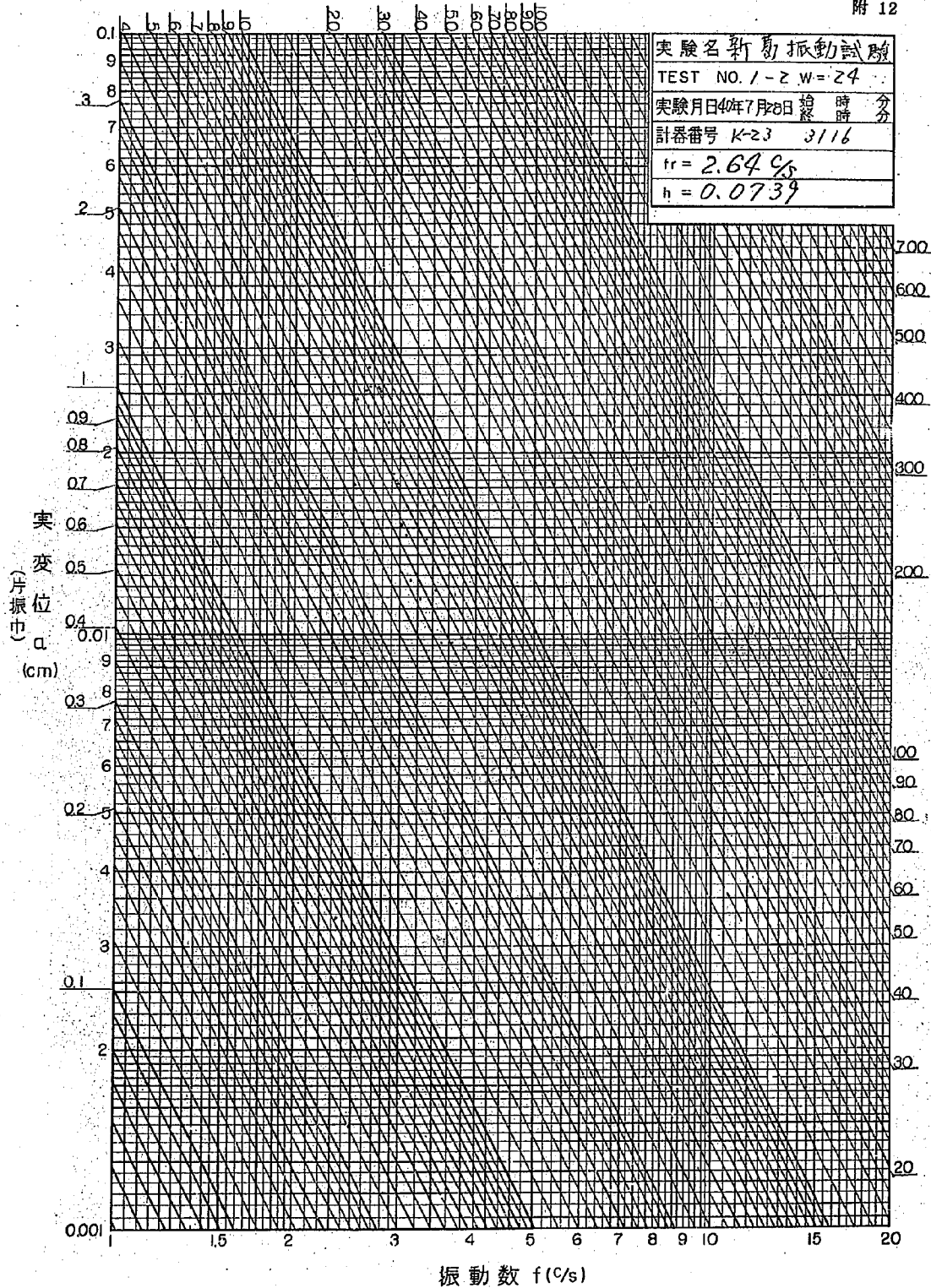
加速度 a (gal)

附 11



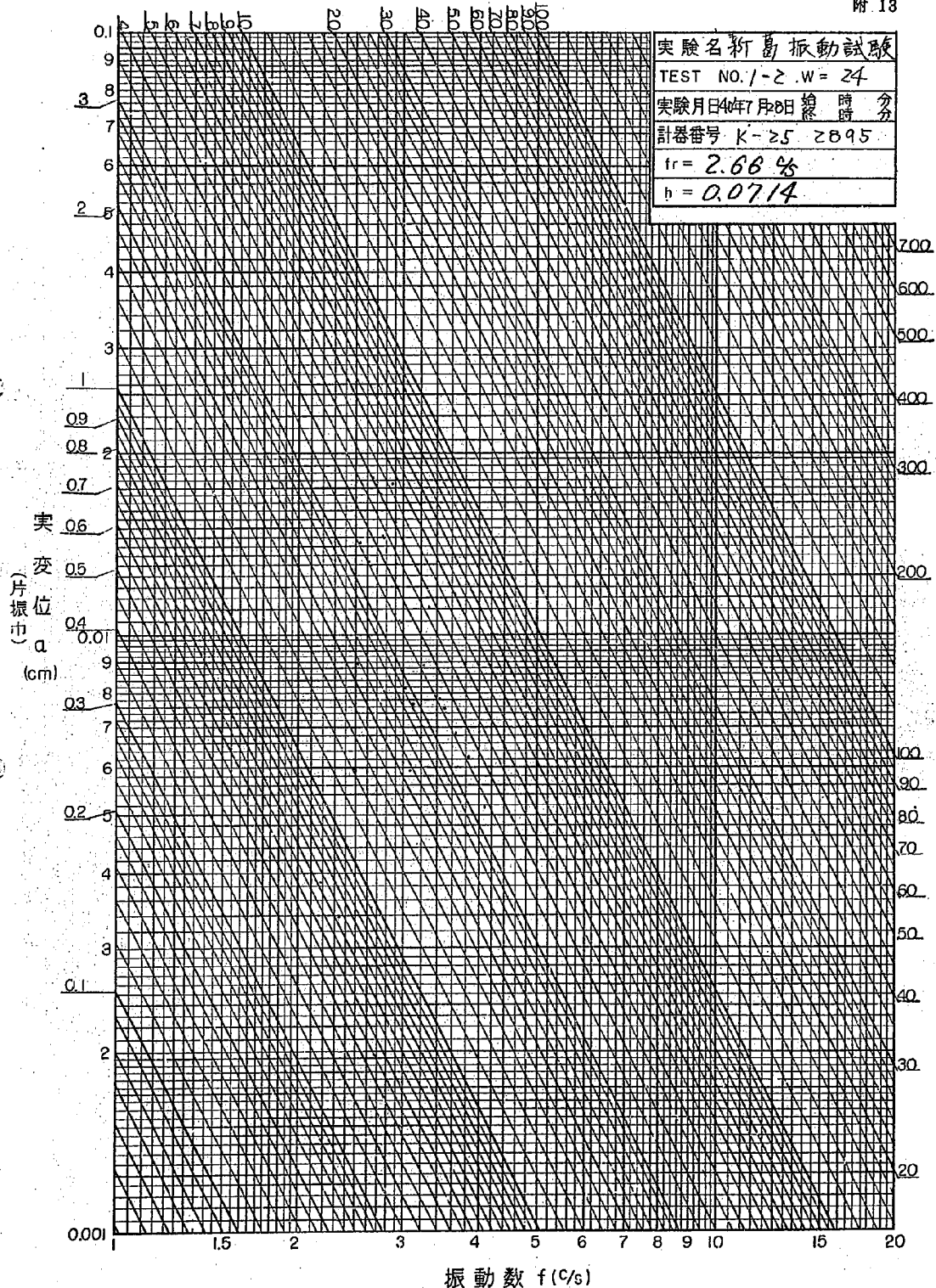
加速度 a (gal)

附 12



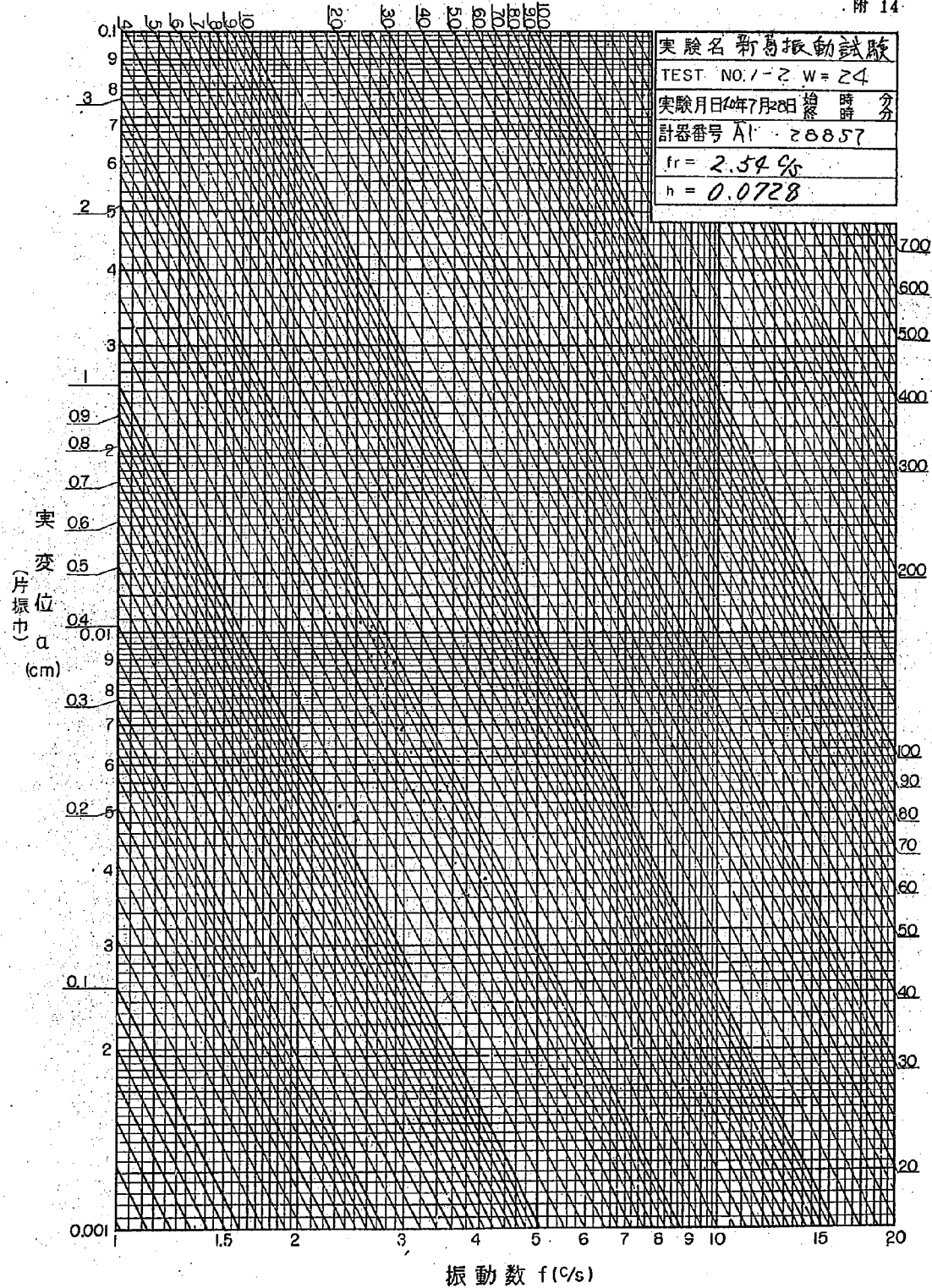
加速度 a (gal)

附 13



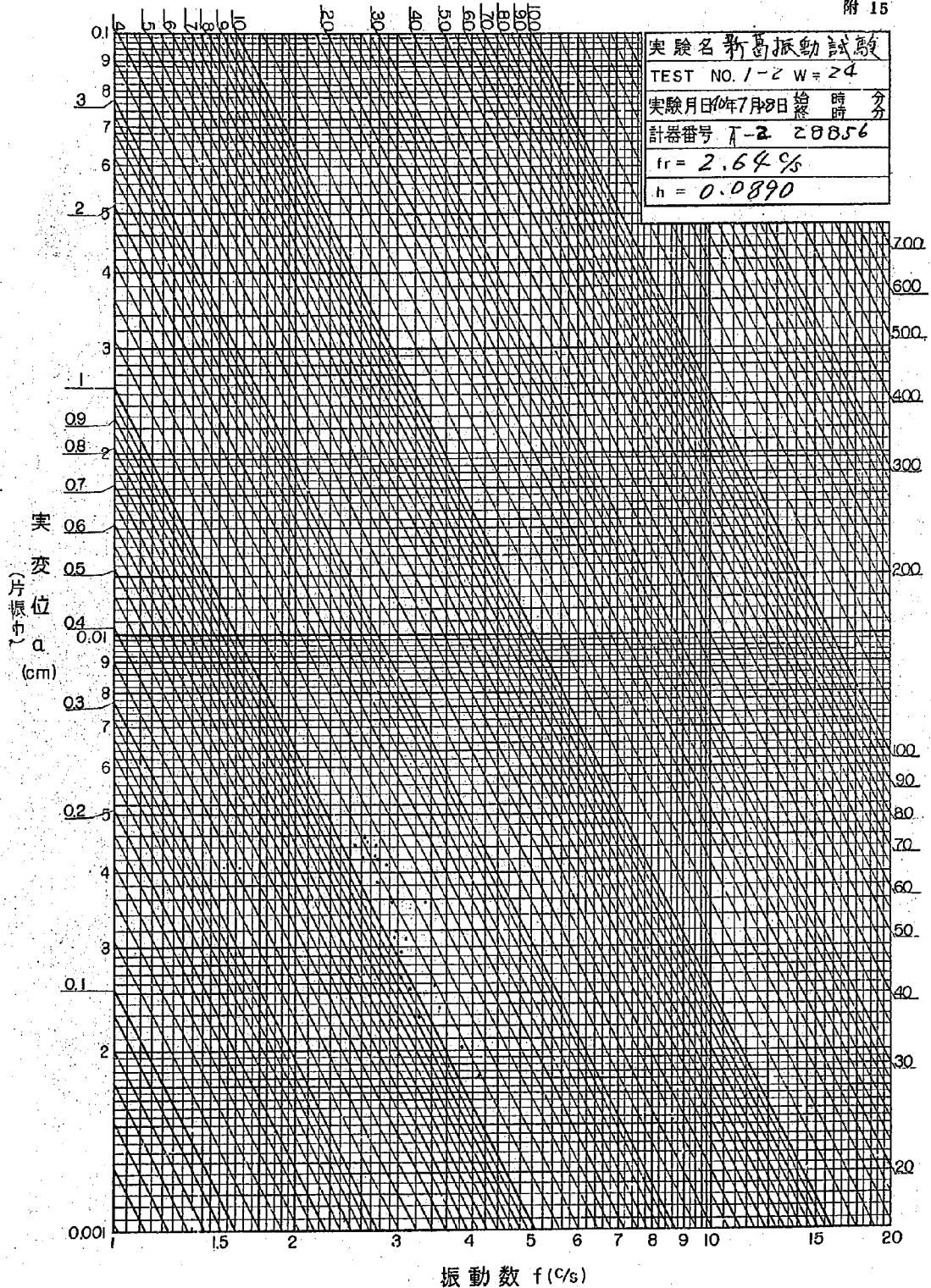
加速度 a (gal)

附 14



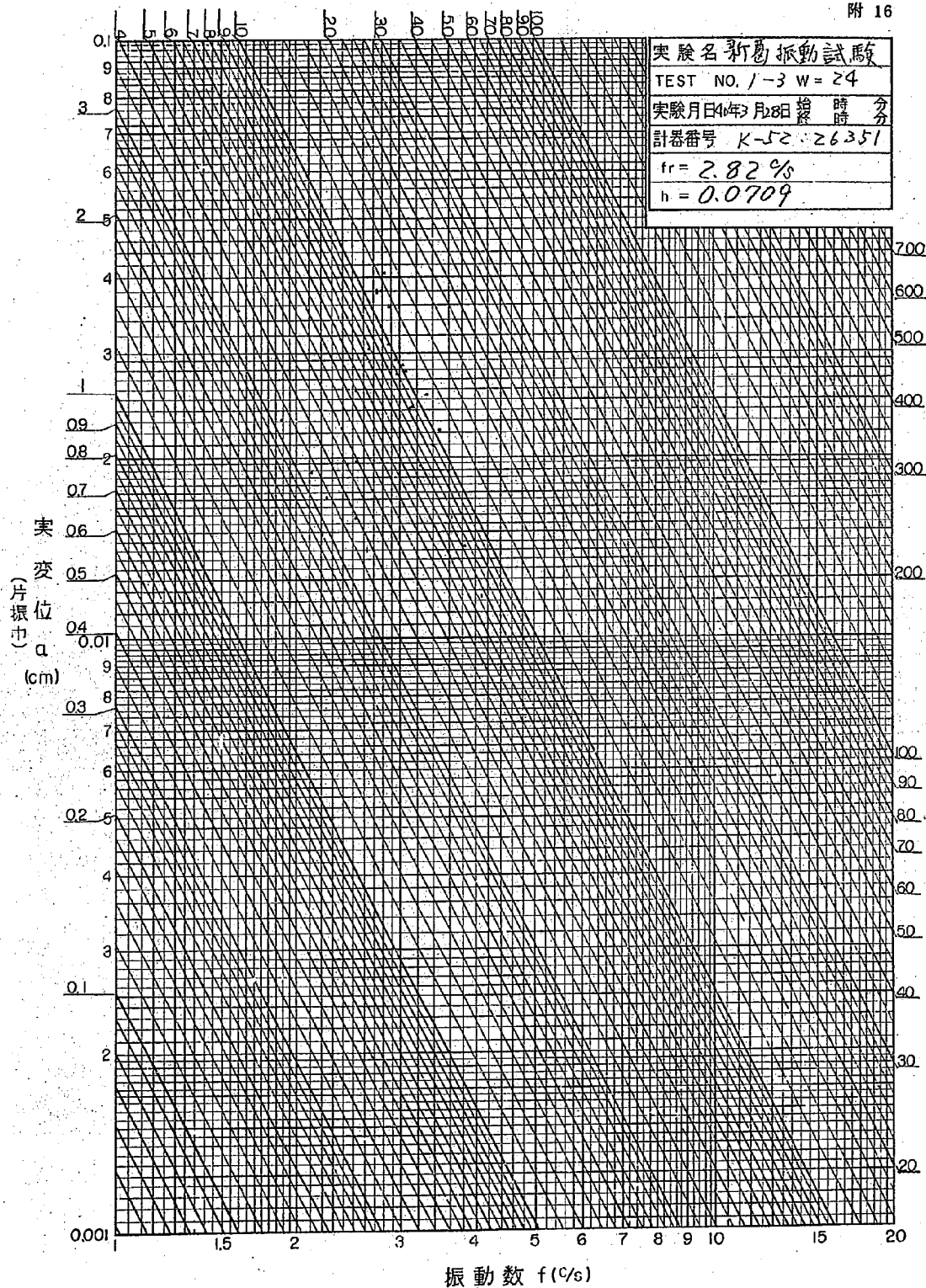
加速度 a (gal)

附 15



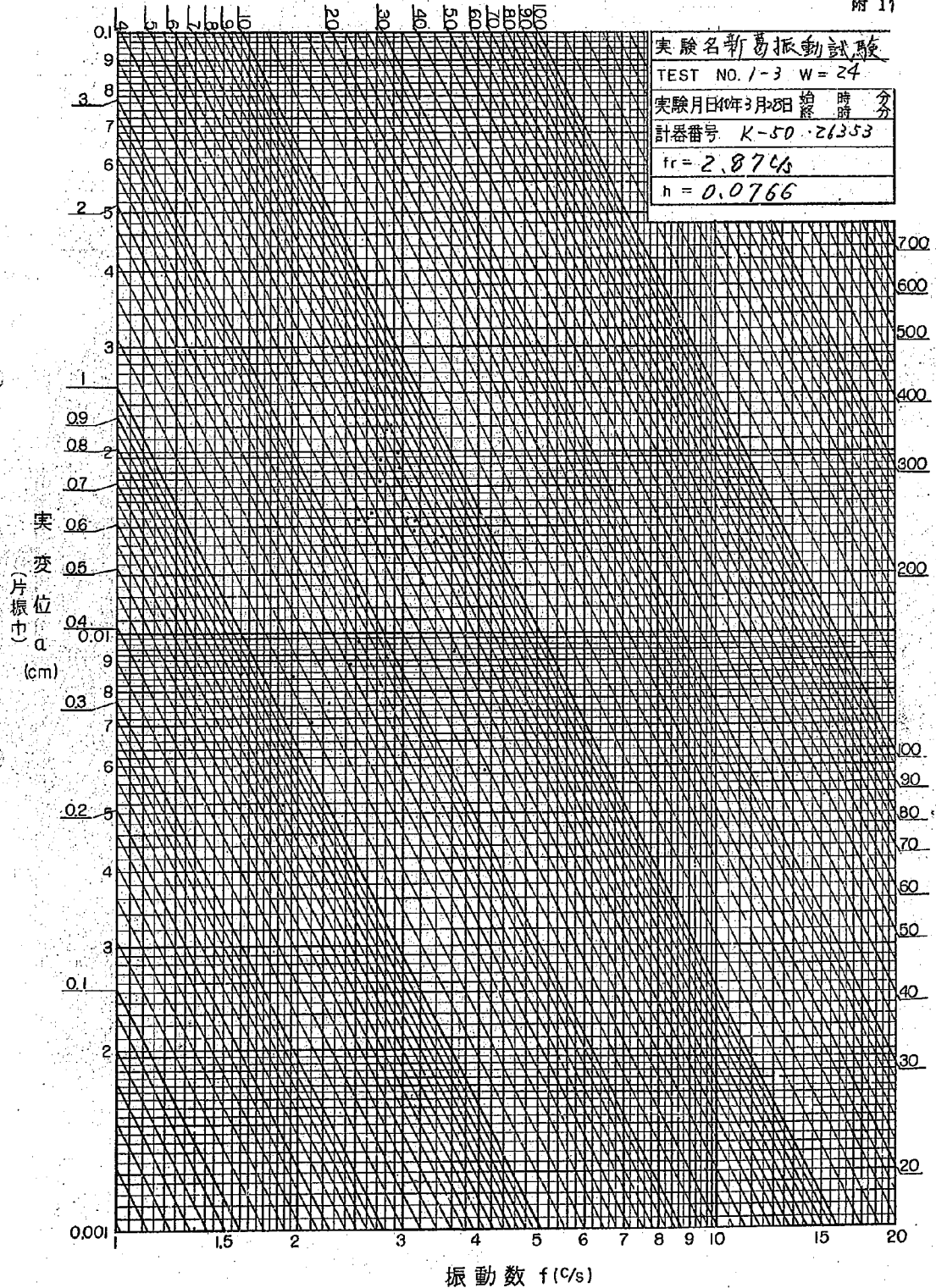
加速度 a (gal)

附 16



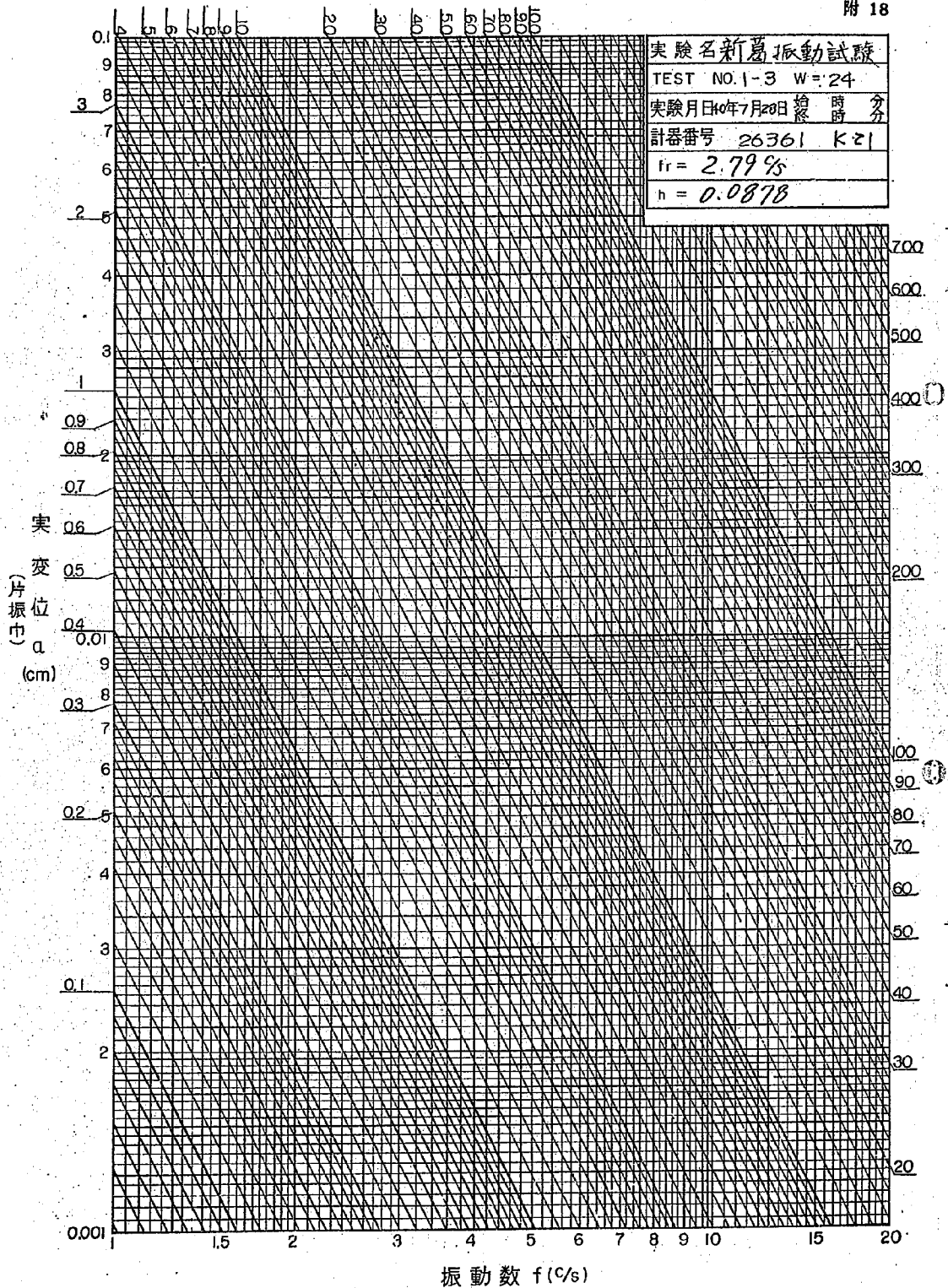
加速度 a (gal)

附 11



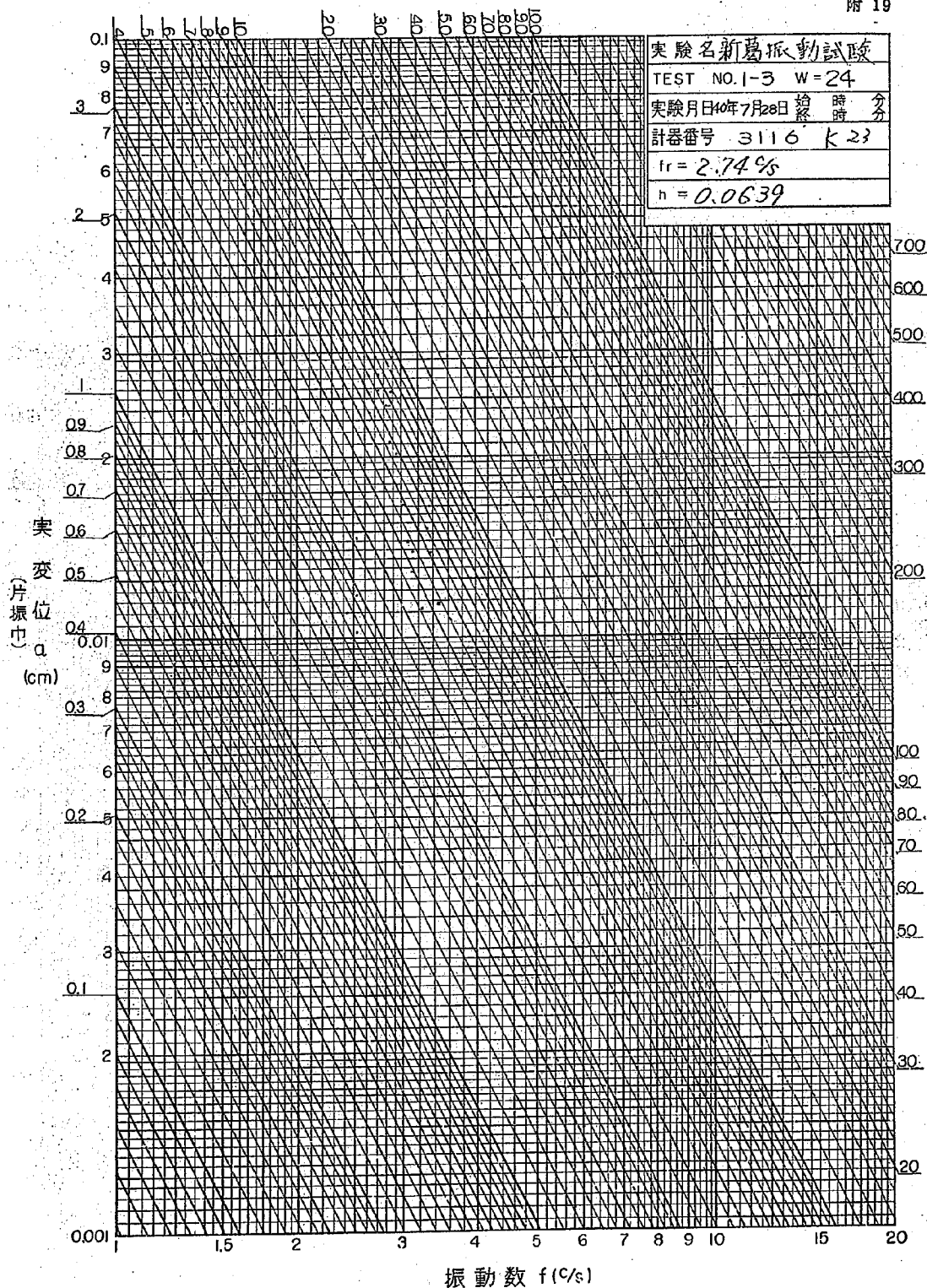
加速度 a (gal)

附 18



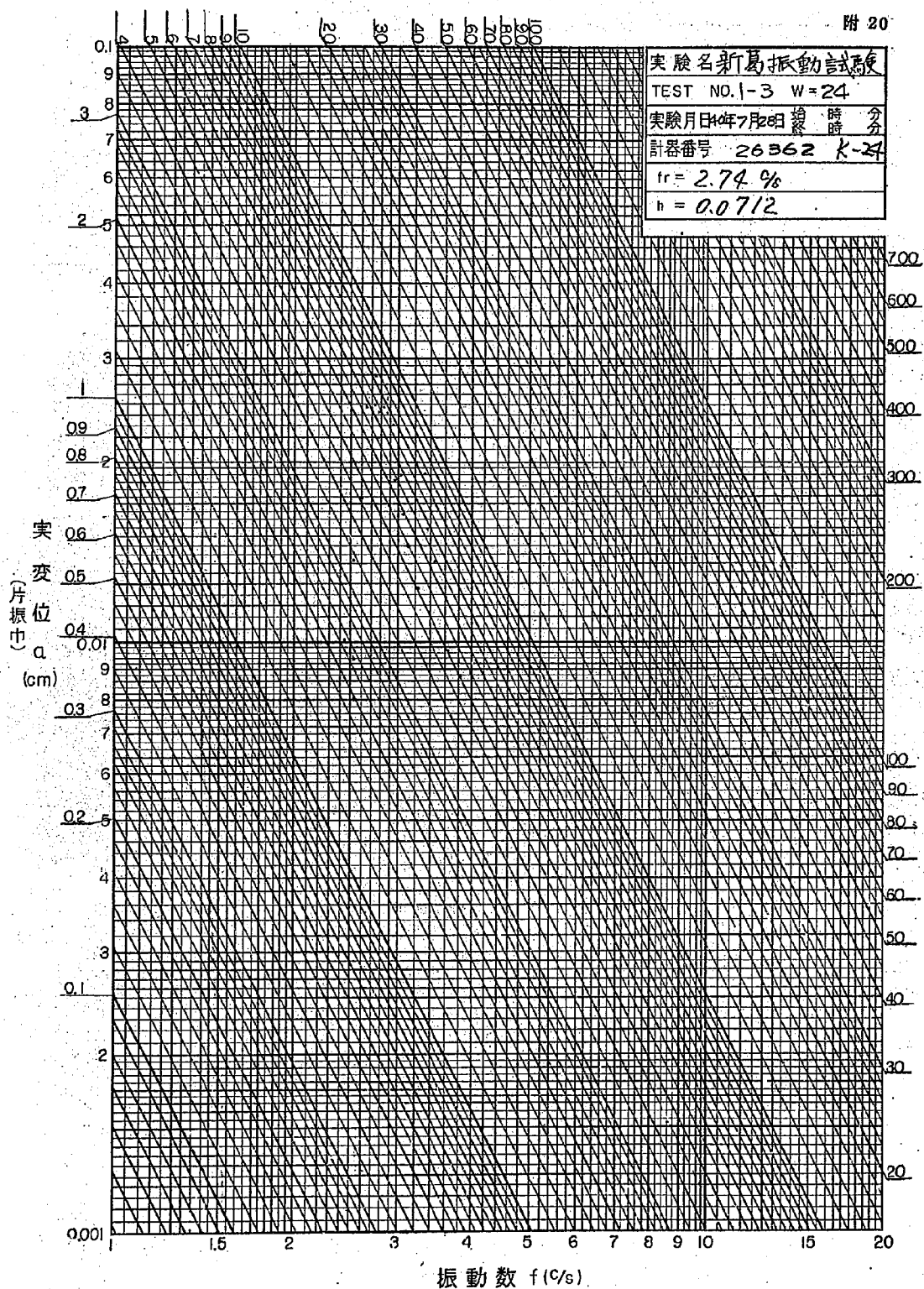
加速度 a (gal)

附 19



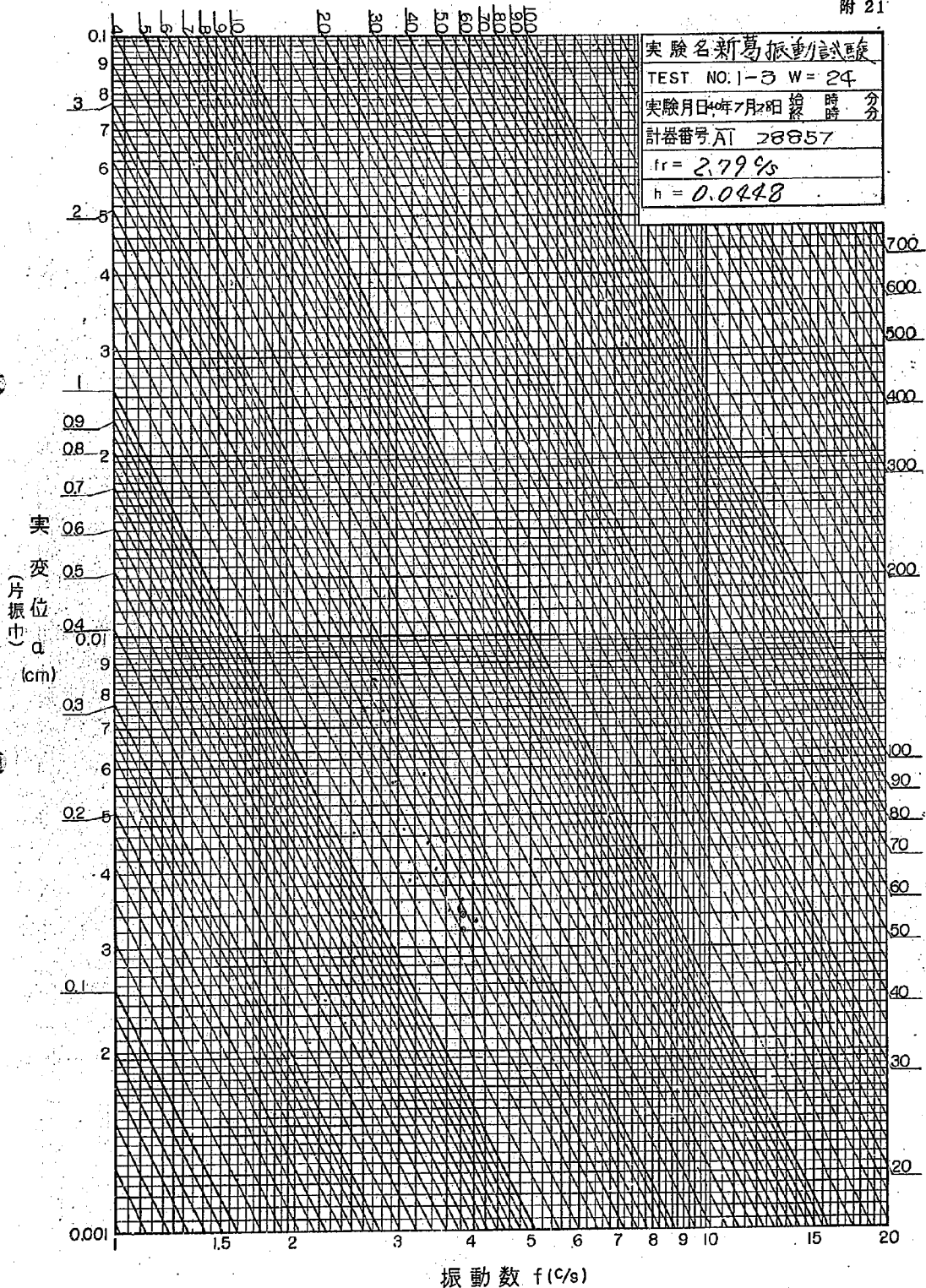
加速度 a (gol).

附 20



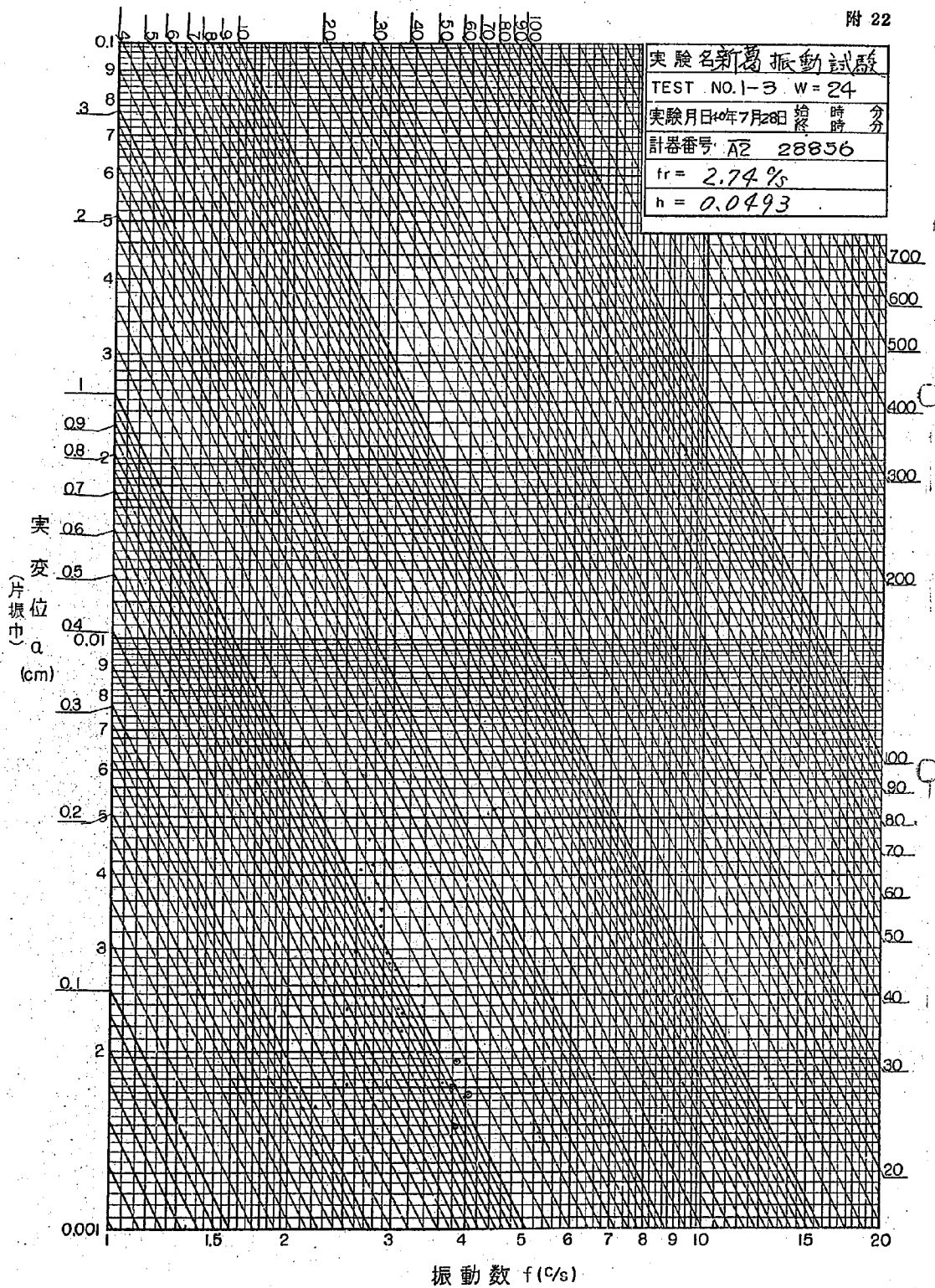
加速度 α (gal)

附 21



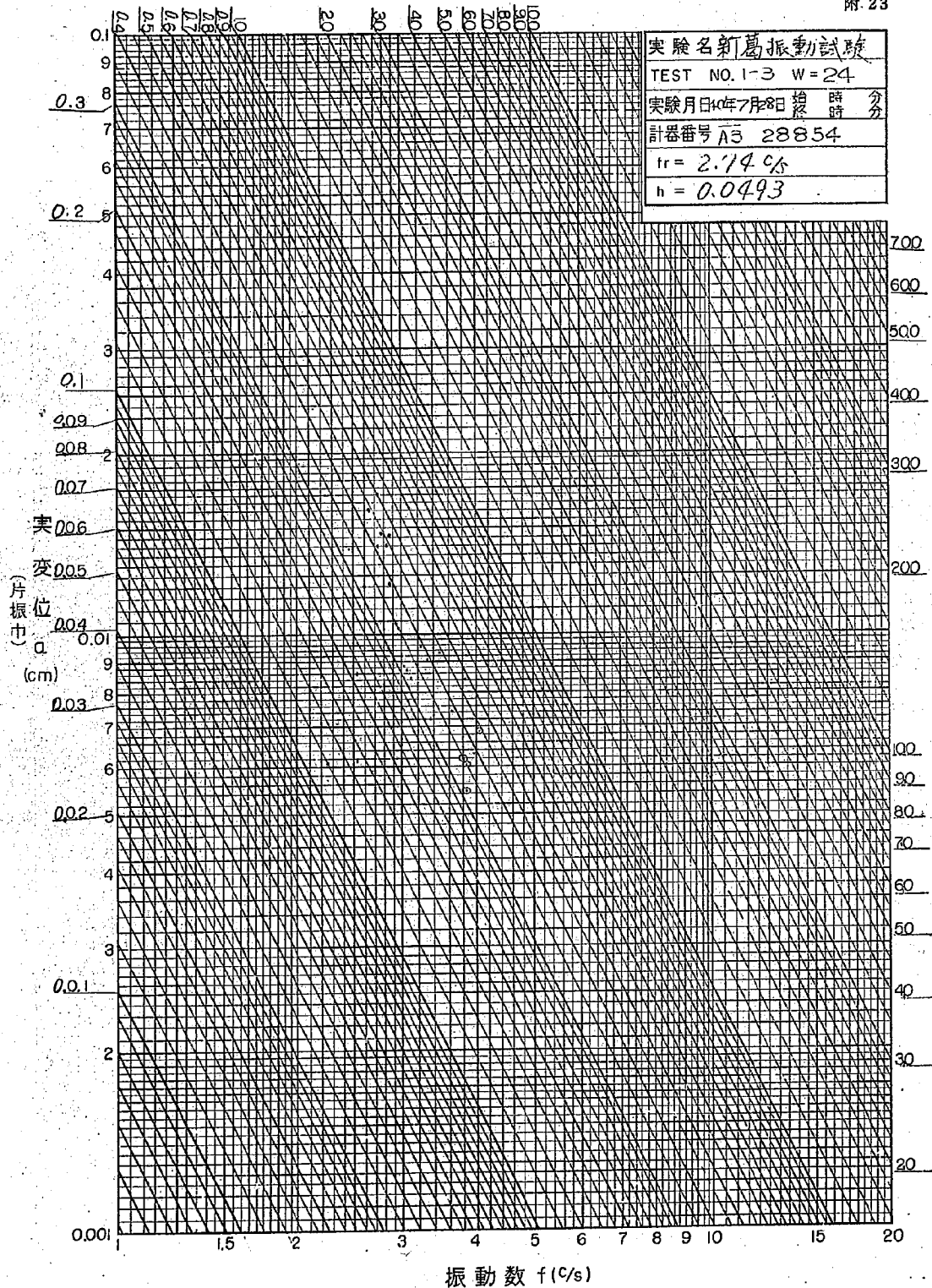
加速度 a (gal)

附 22



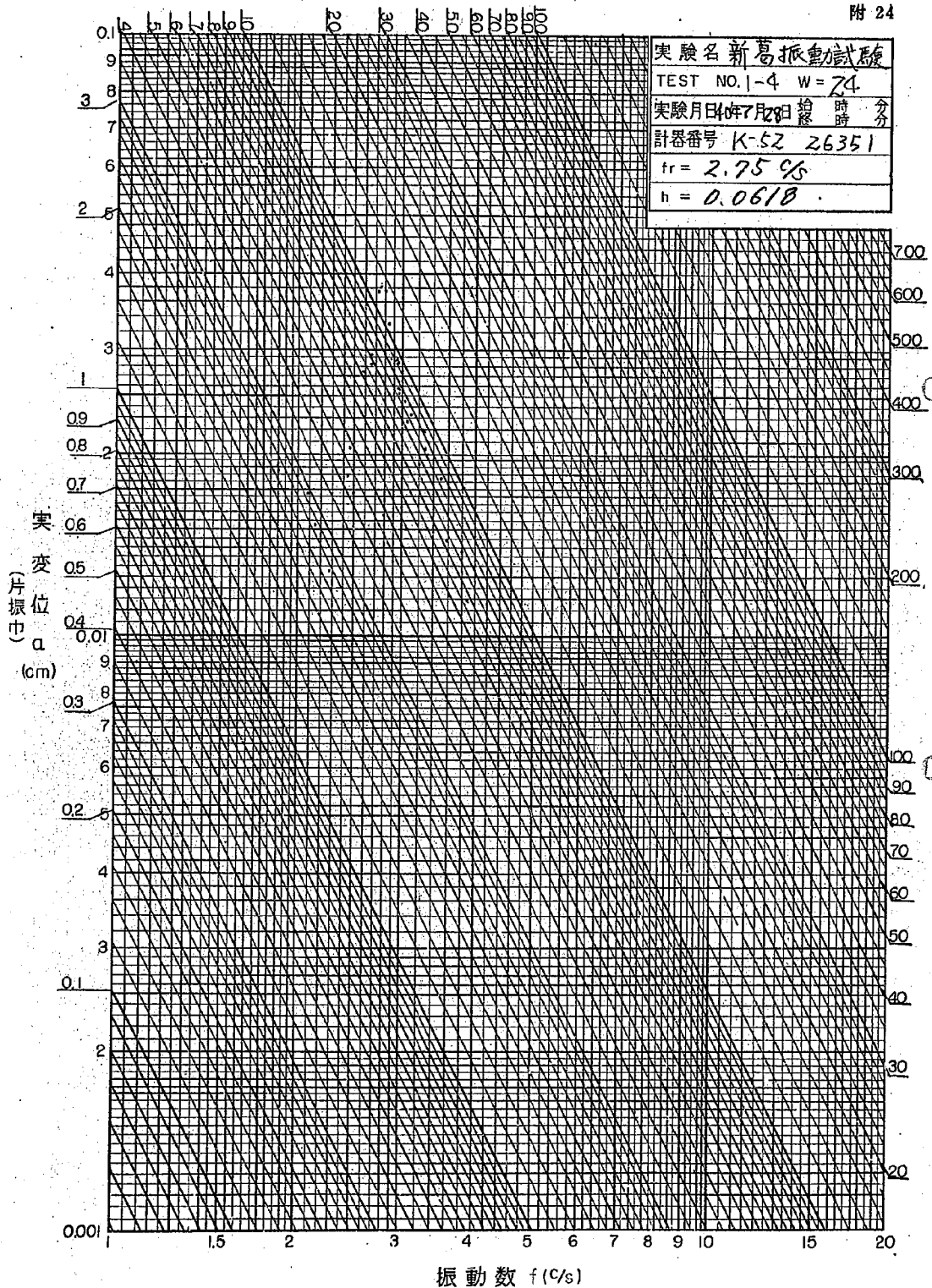
加速度 a (g)

附. 23



加速度 a (gol)

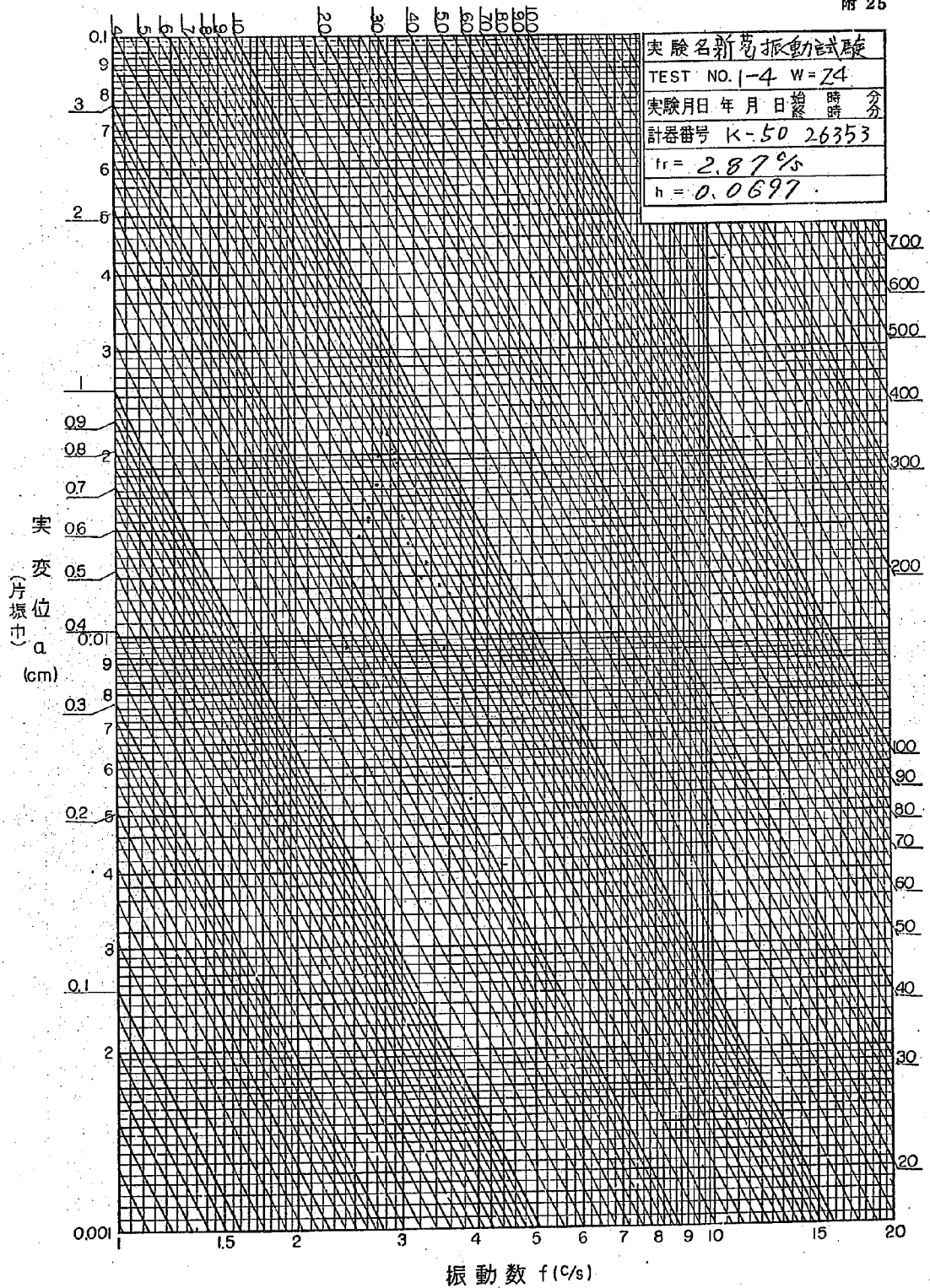
附 24



実験名 新島振動試験	
TEST NO. 1-4	W = 24
実験月 日 時 分	4 月 7 日 8 時 00 分
計器番号 K-52	26351
$f_r =$	2.75 c/s
$h =$	0.0618

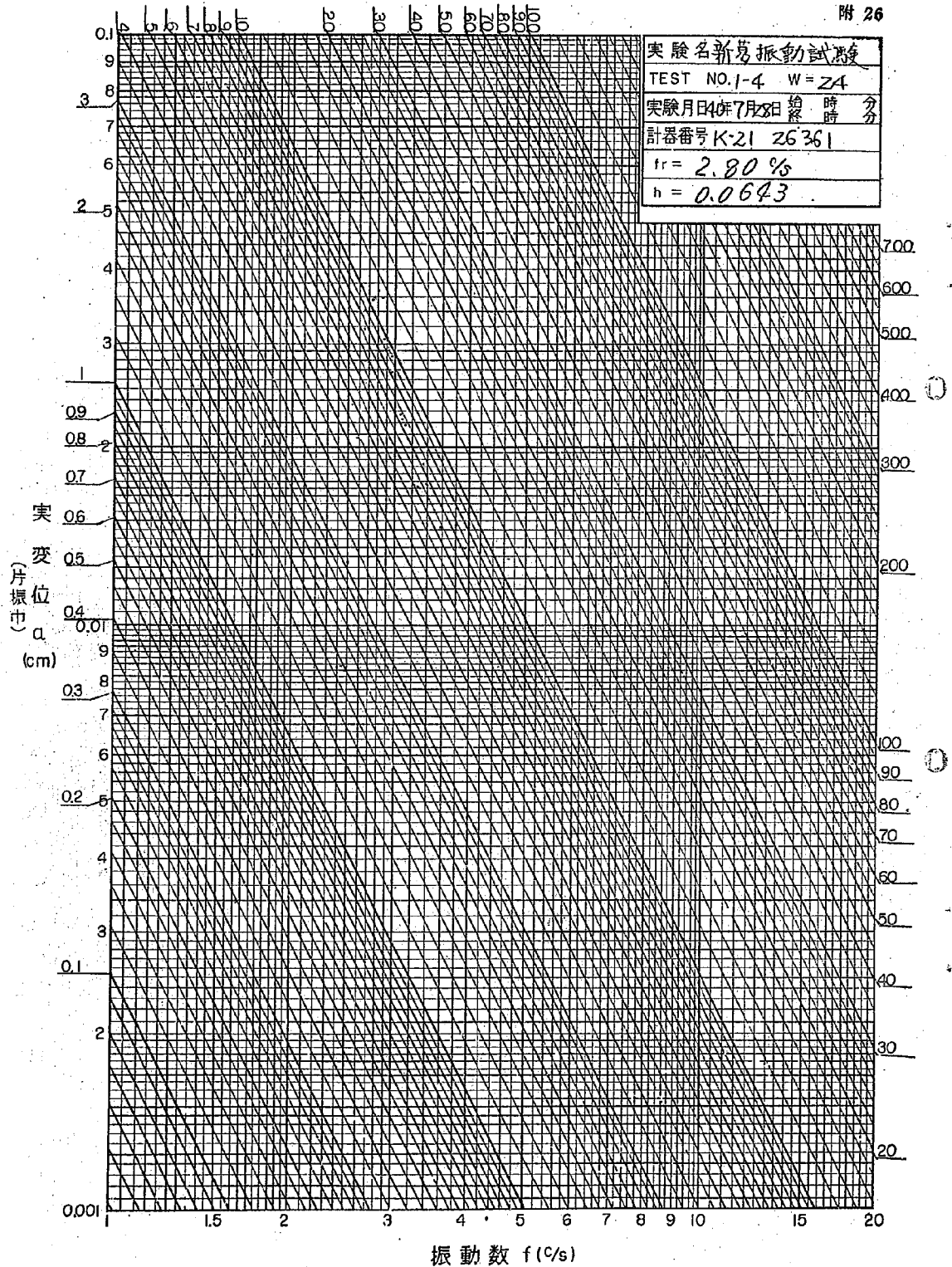
加速度 a (gal)

附 25



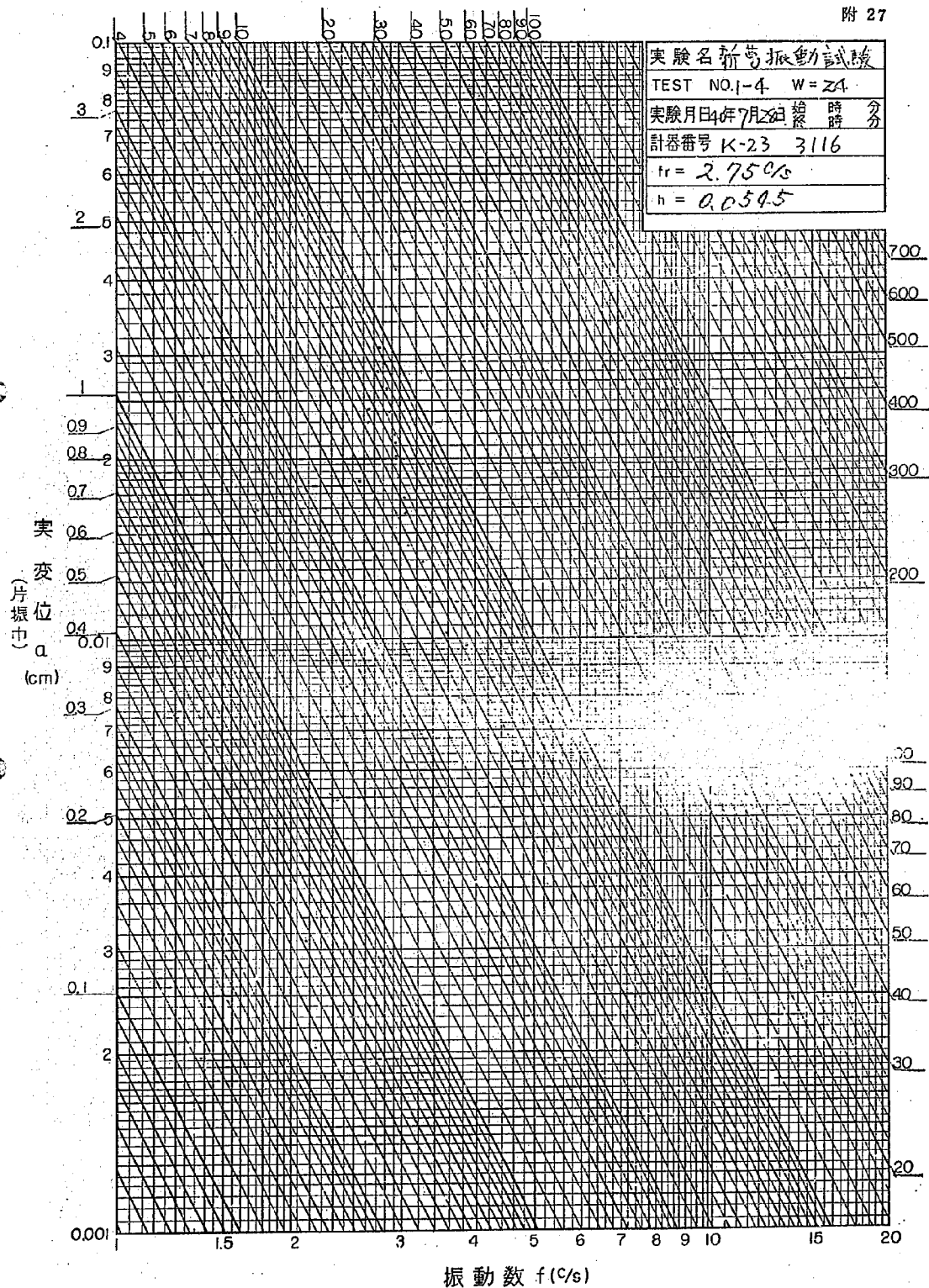
加速度 a (gal)

附 26



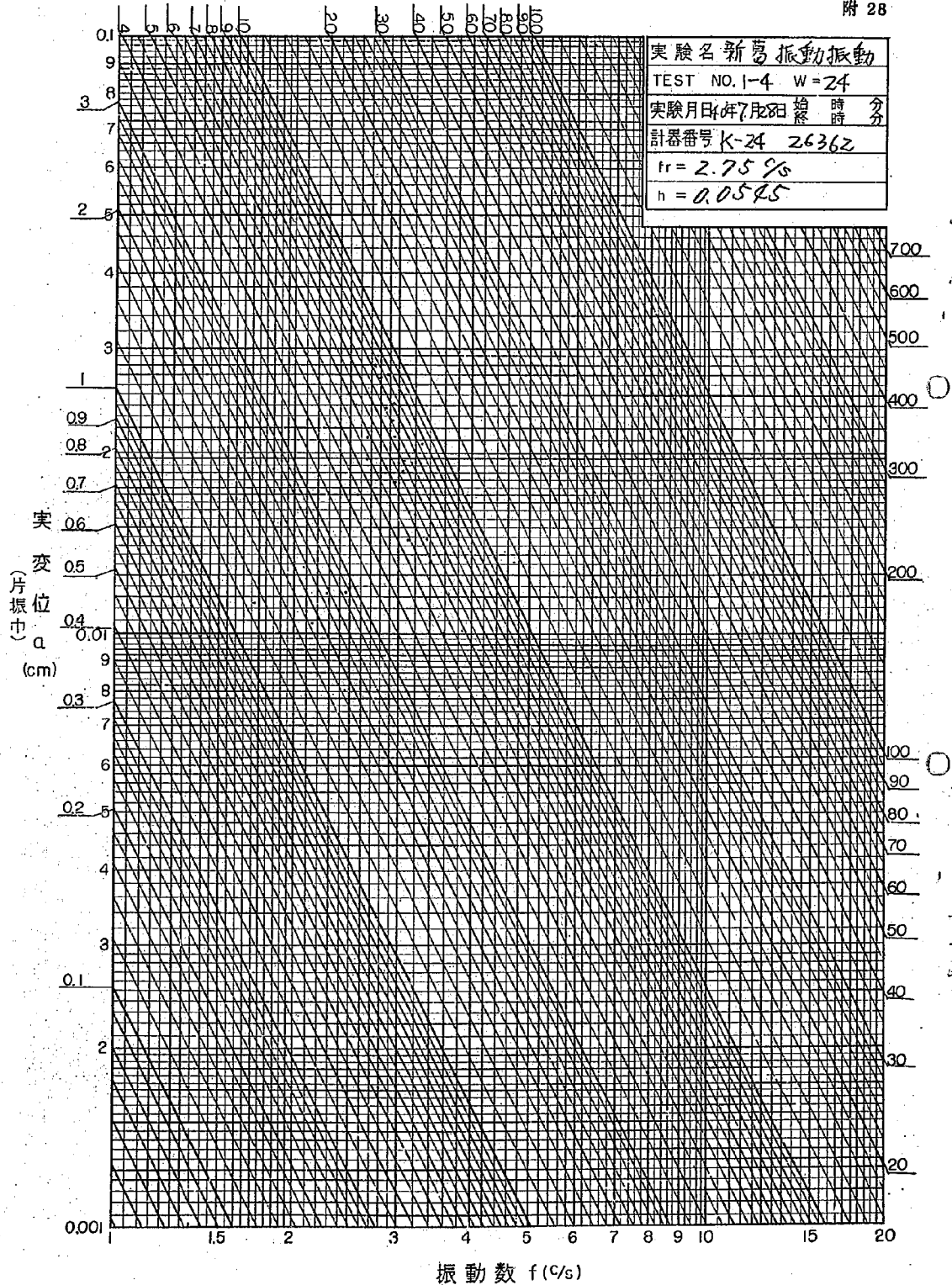
加速度 α (gal)

附 27



加速度 a (gal)

附 28

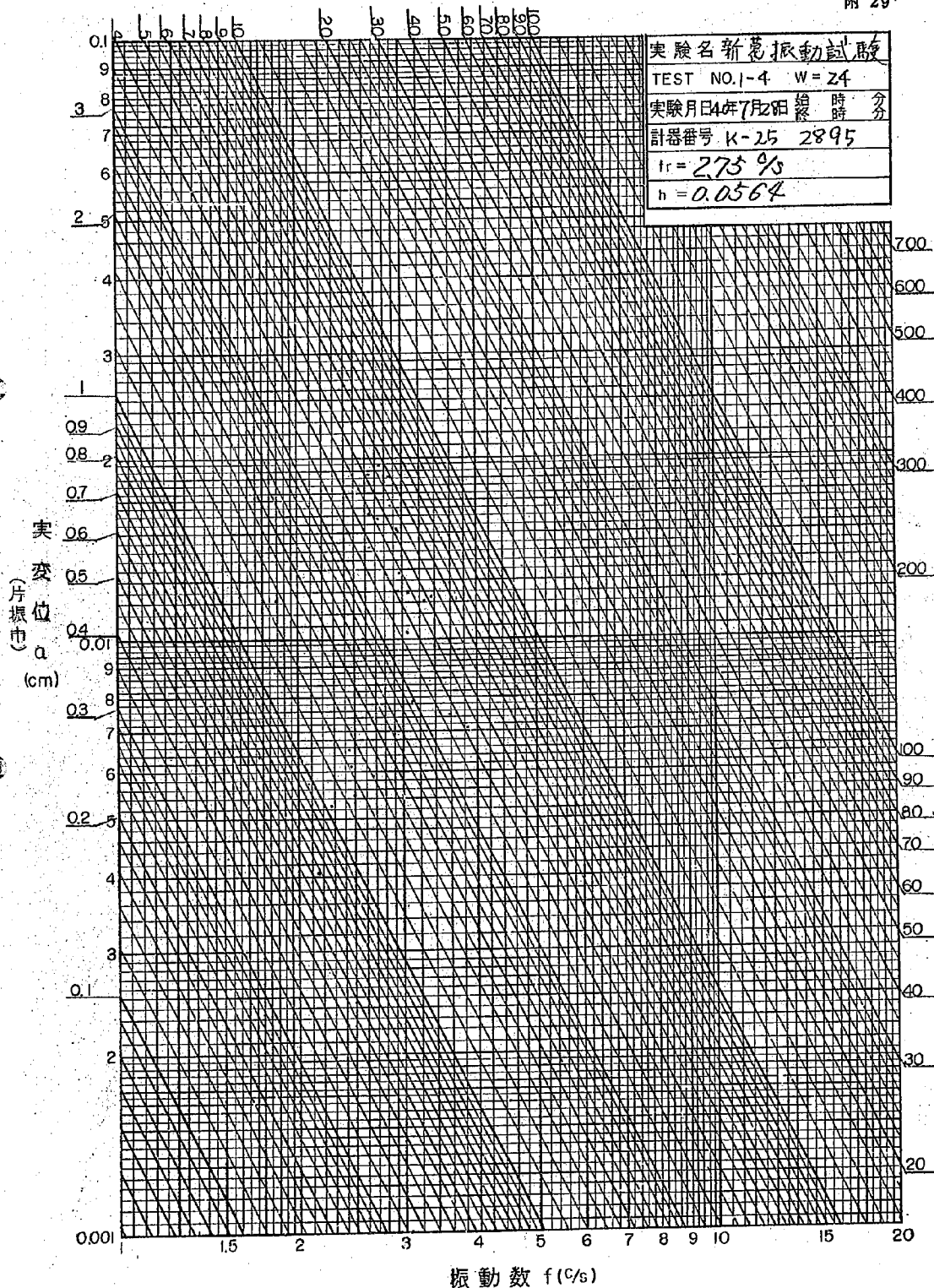


附 29 -

TEST NO. 1-4 W = 24

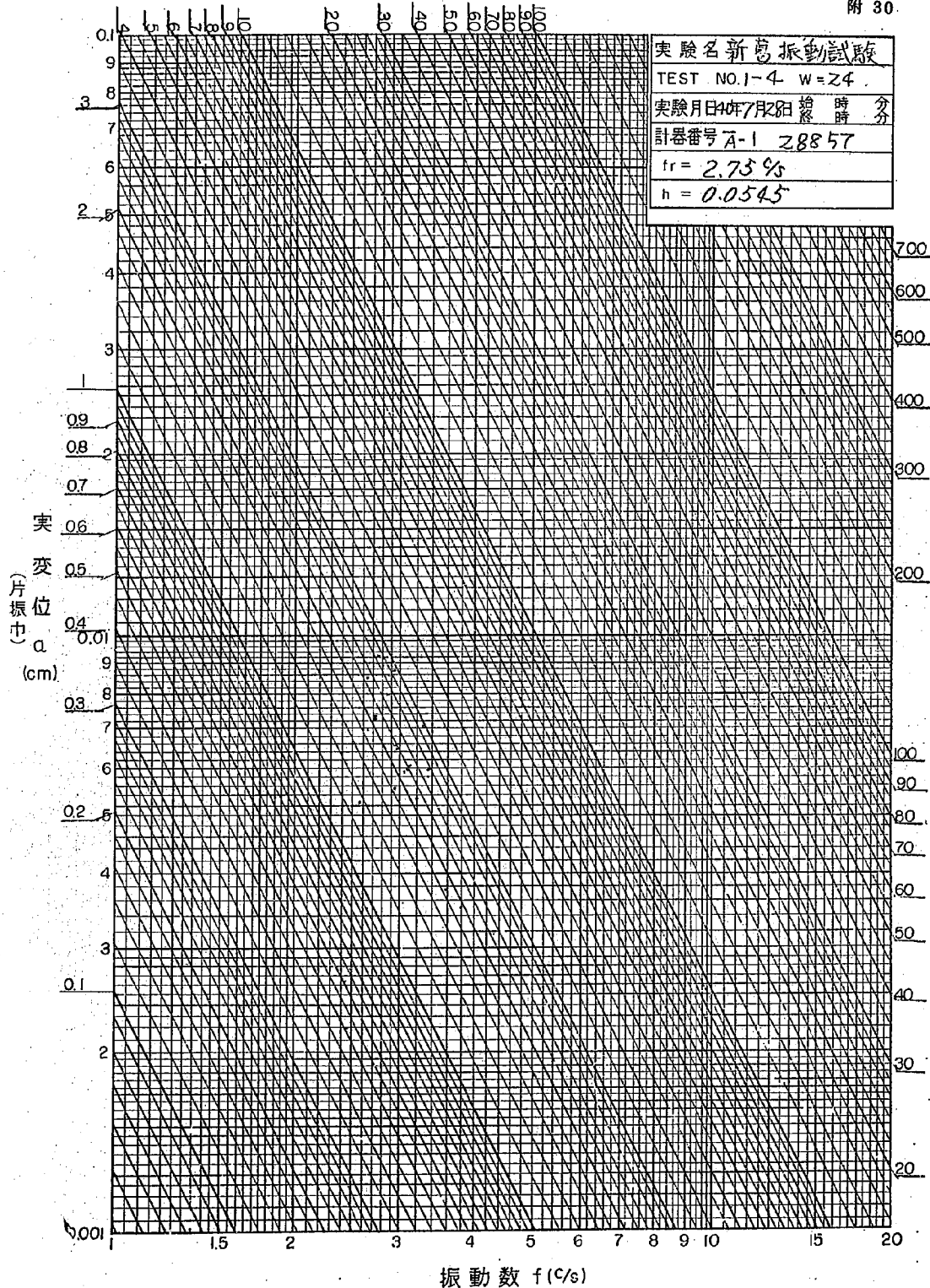
實驗月日4年7月28日 始 時 分

計器番号 K-25 2895

$$r = 275\%$$
$$h = 0.0564$$


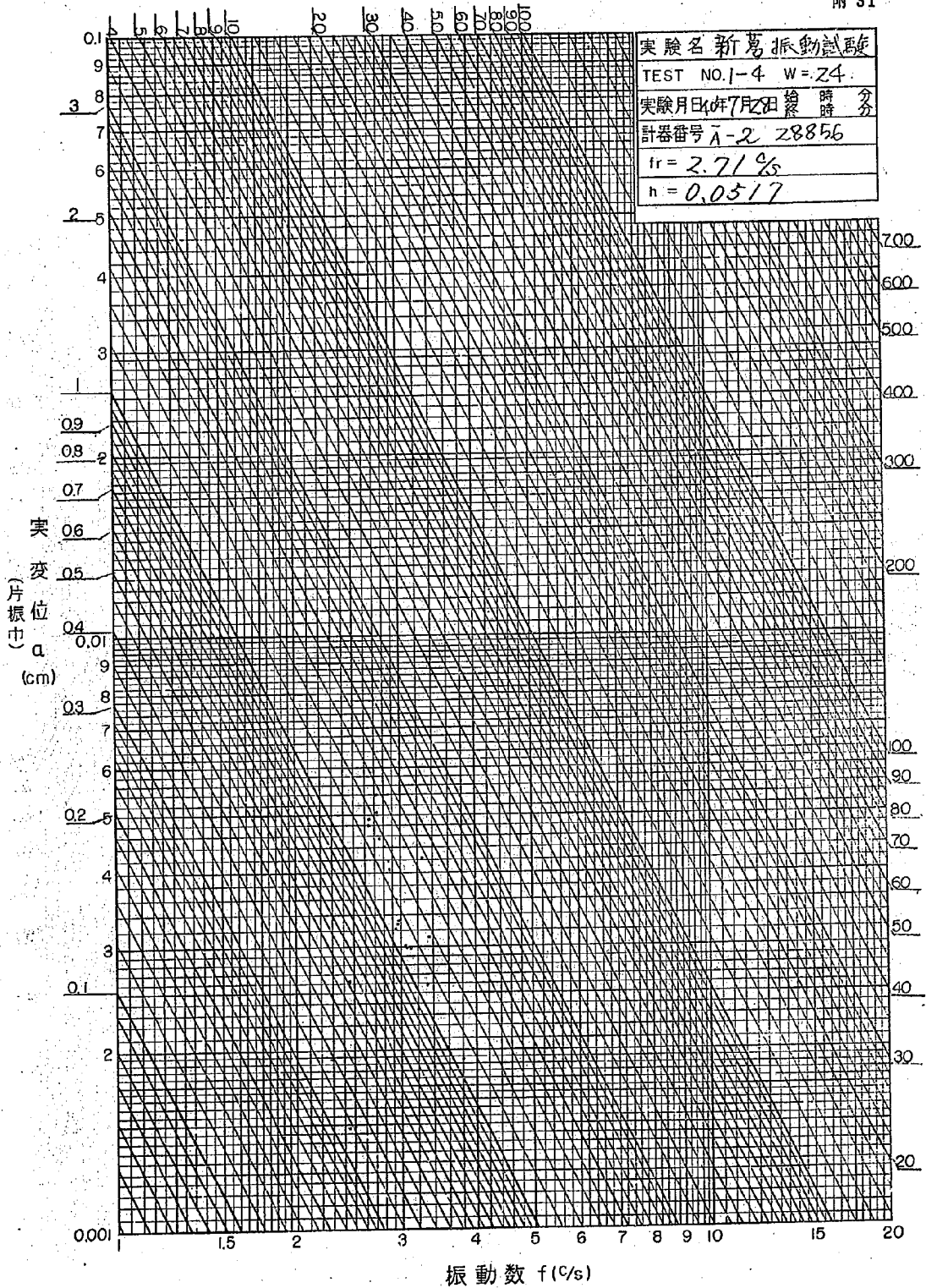
加速度 α (gal)

附 30.



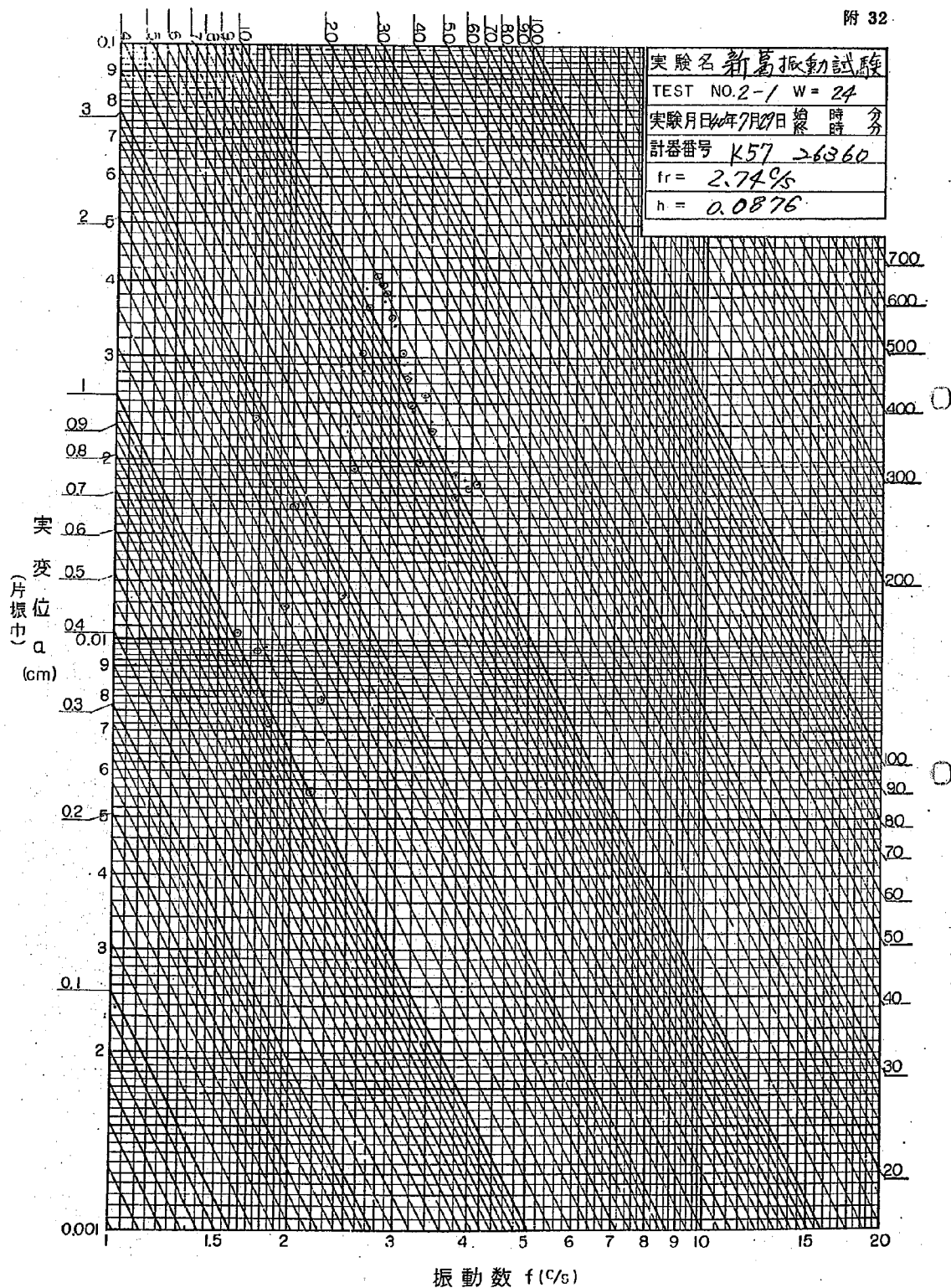
加速度 a (gal)

附 31



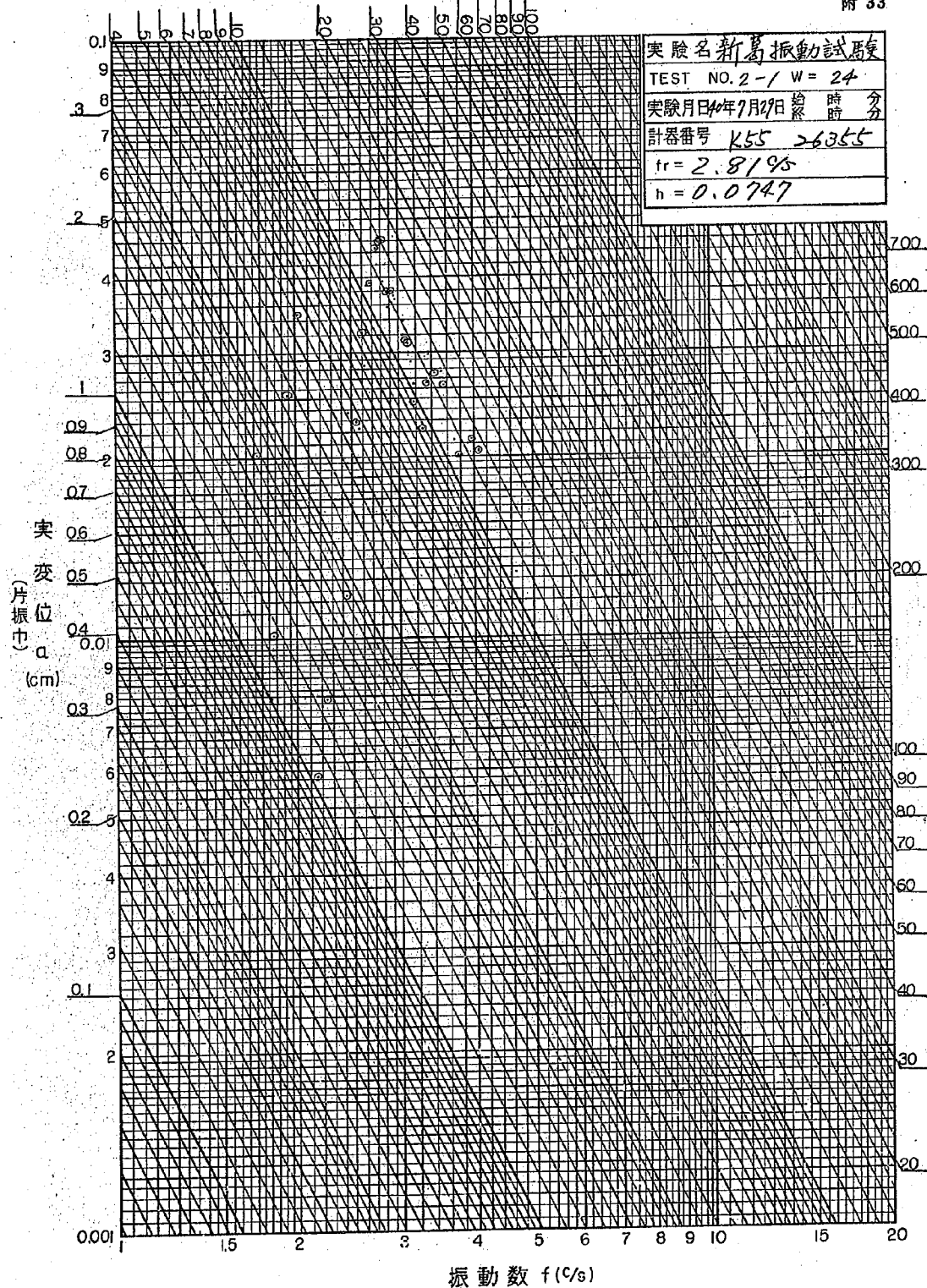
加速度 a (gal)

附 32



加速度 α (gal)

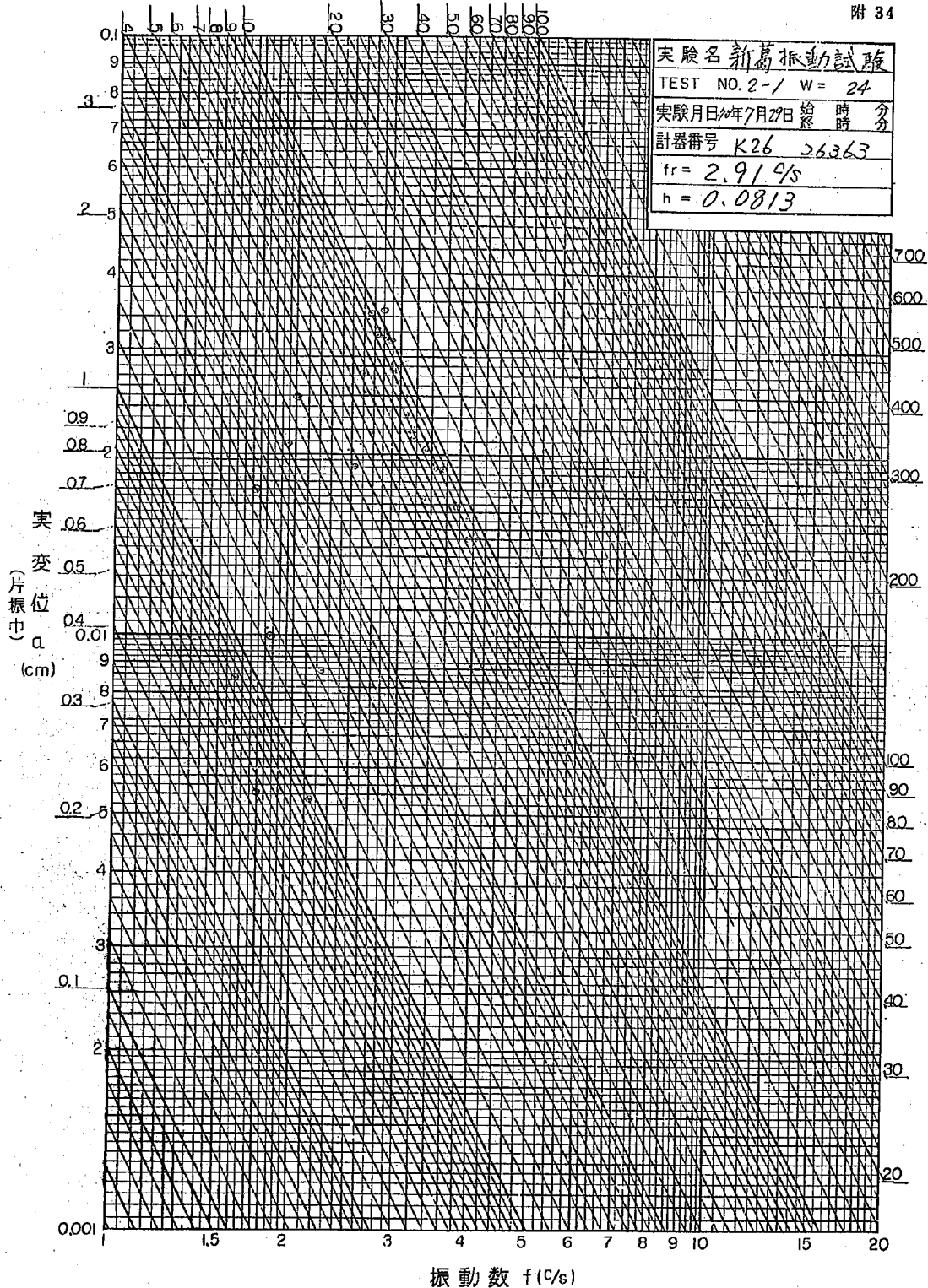
附 33



振動数 f (C/s)

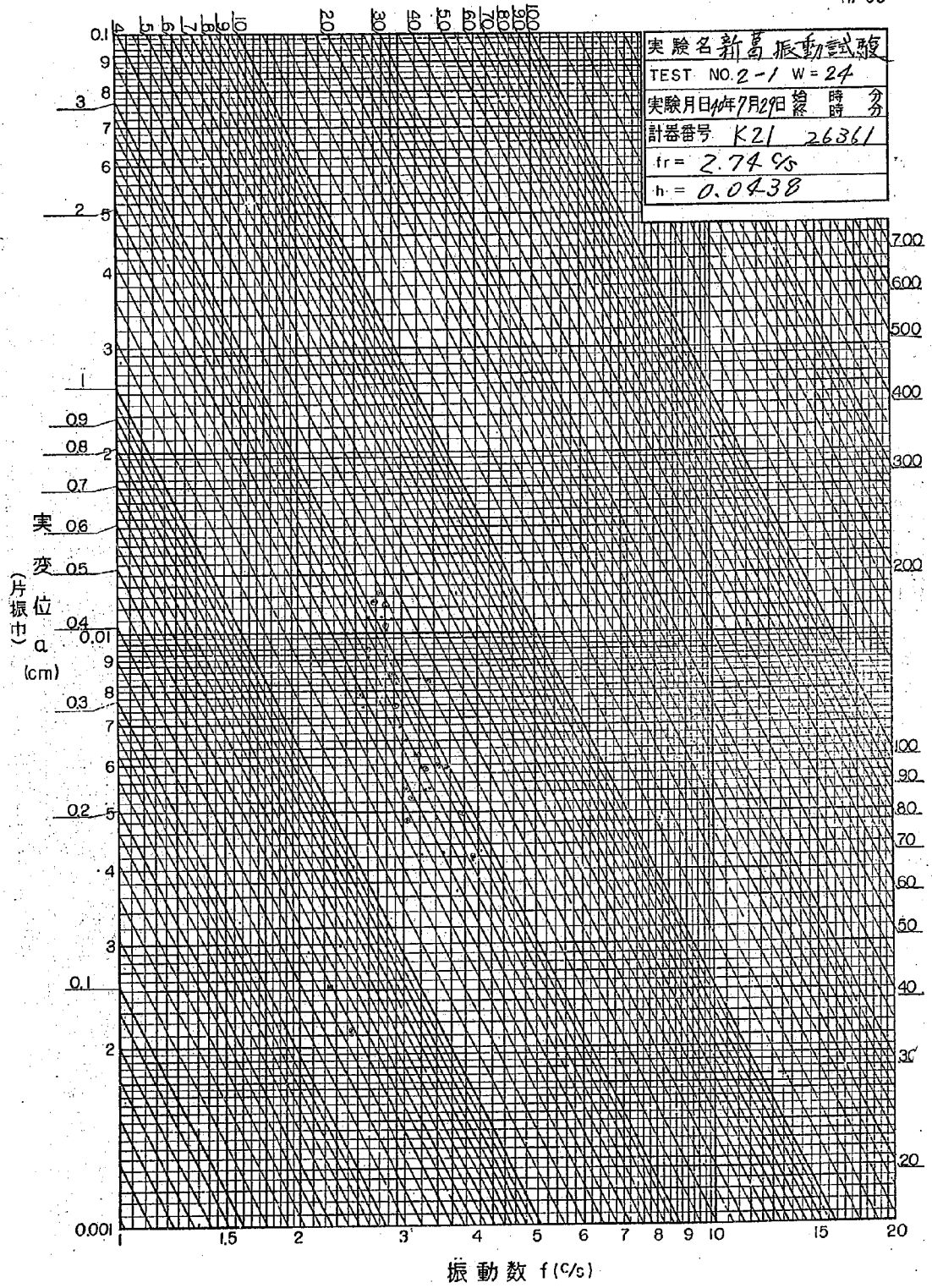
加速度 a (gal)

附 34



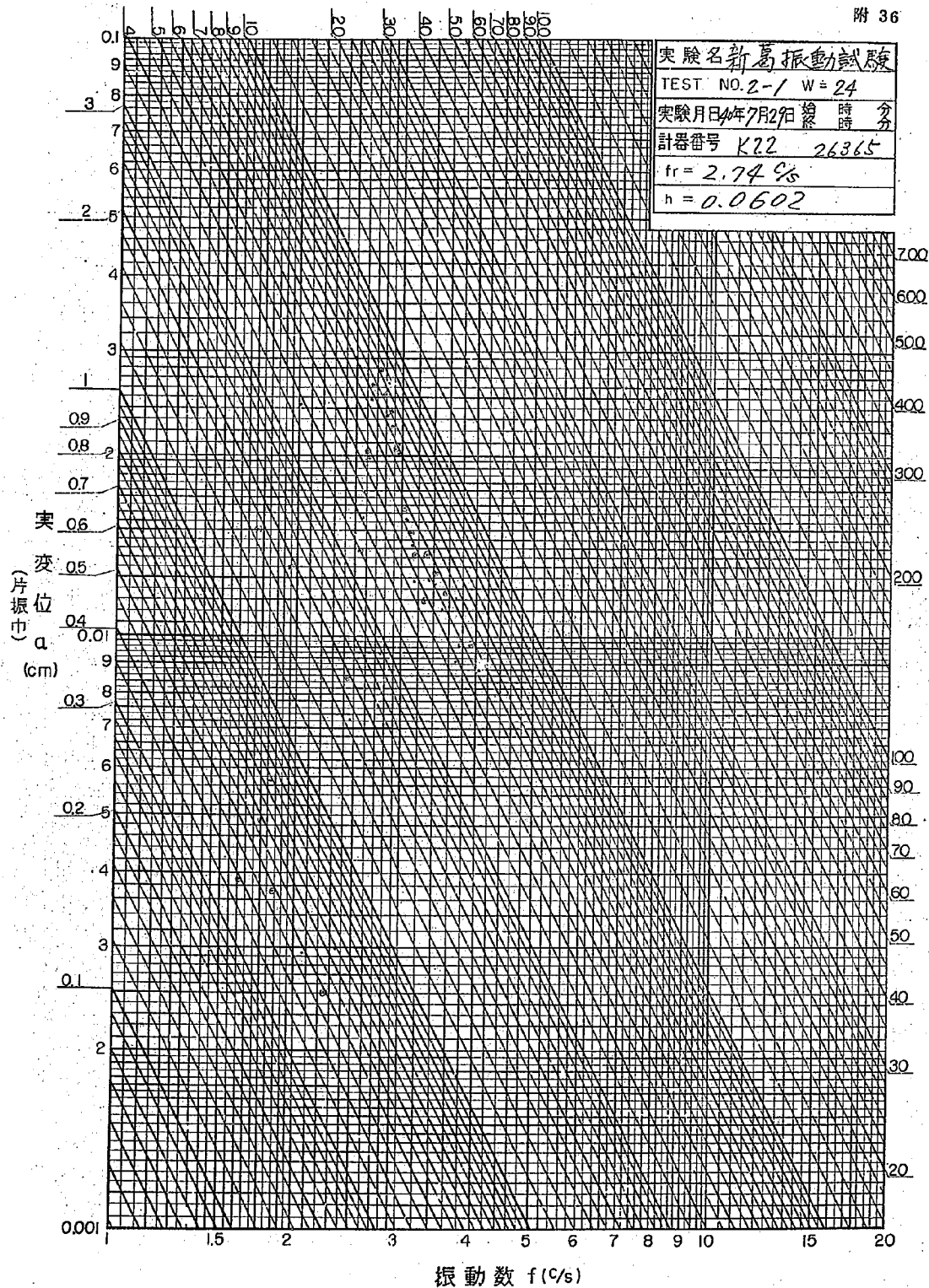
加速度 a (gal)

附 35



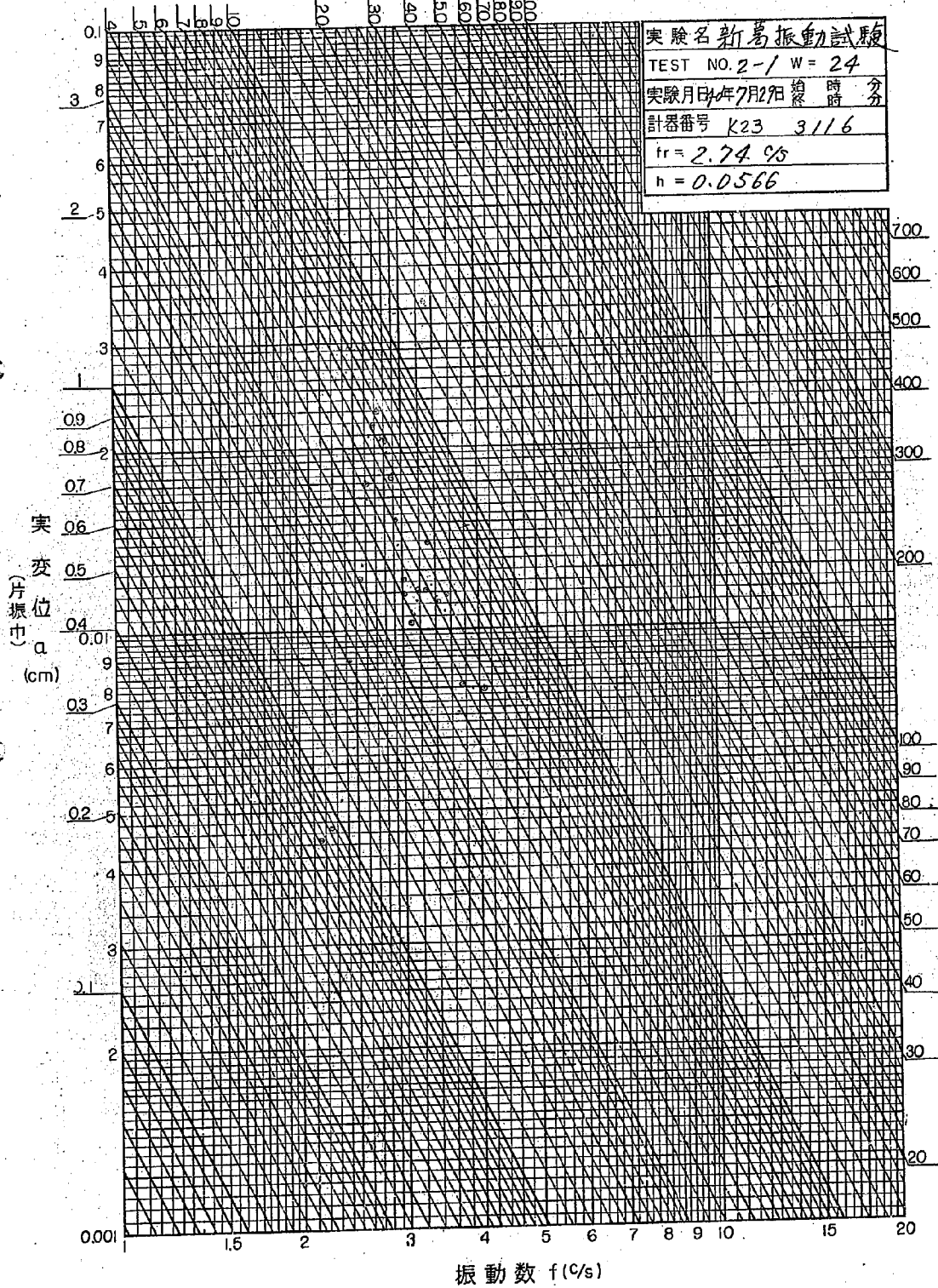
加速度 a (g)

附 36



加速度 a (gal)

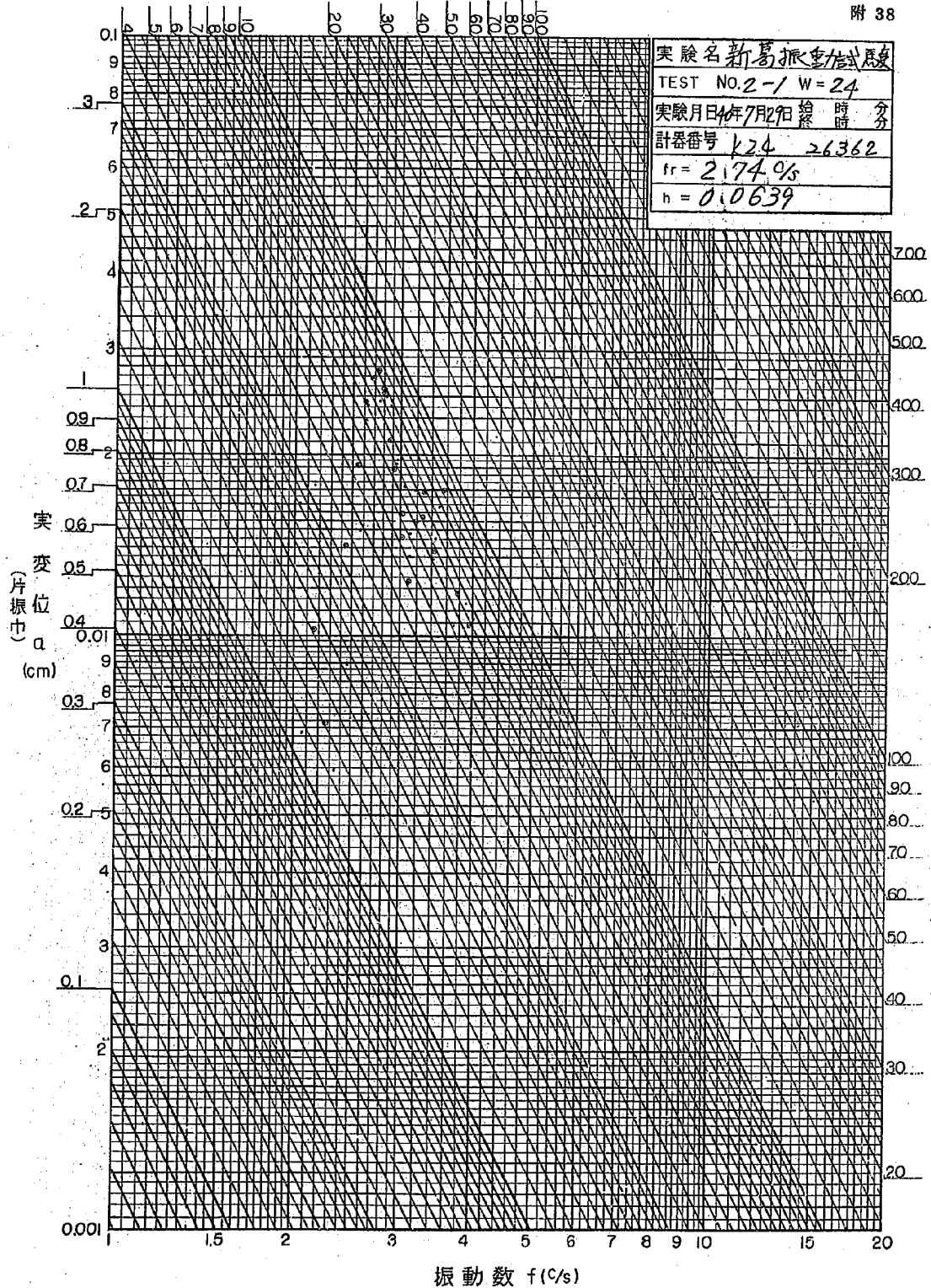
附 37



加速度 α (gal)

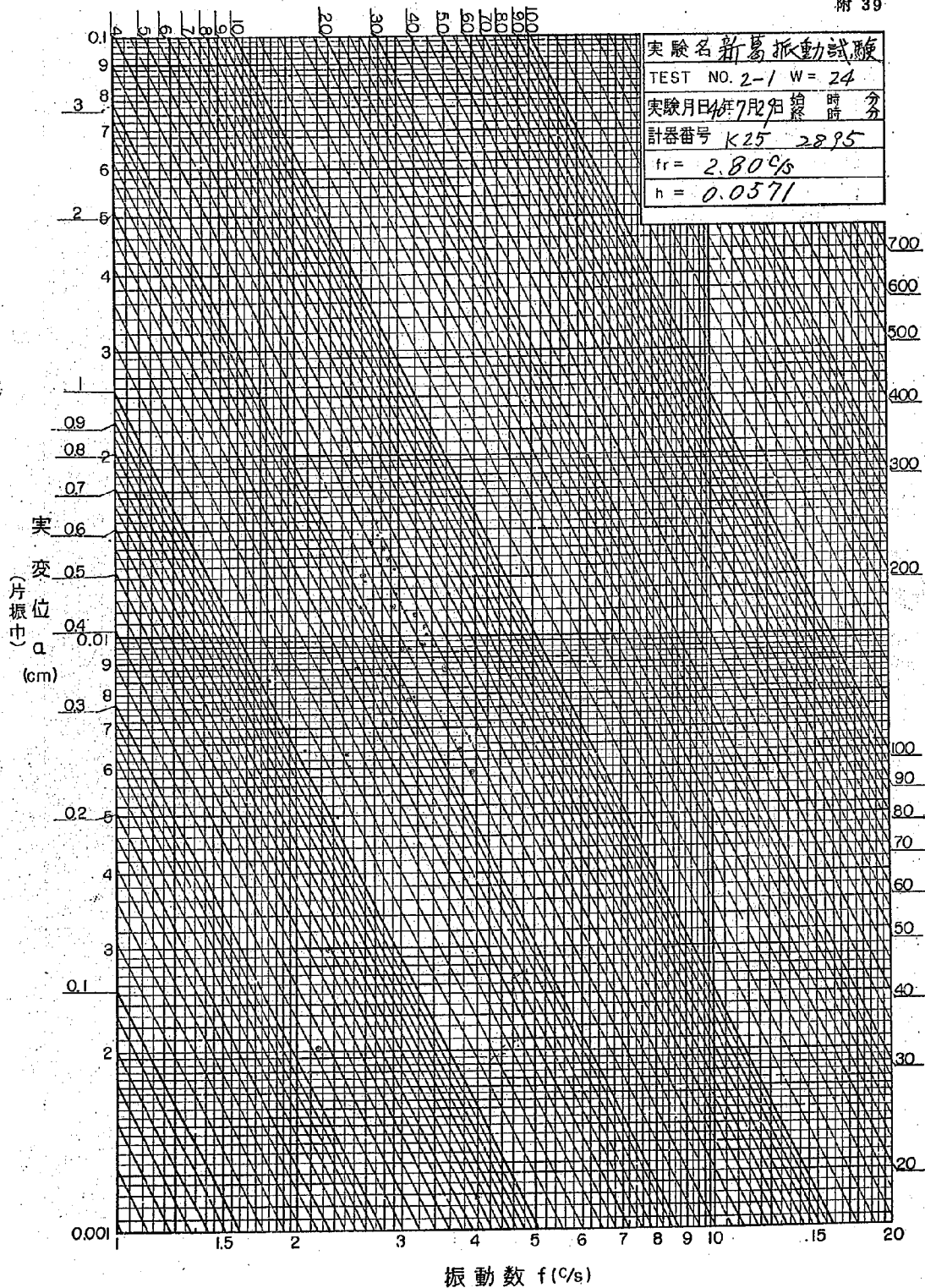
附 38

実験名 新潟振動試験	
TEST No. 2-1 W=24	
実験日 4年7月2日	給時 分
計器番号 124 26362	
fr = 2.74%	
h = 0.0639	



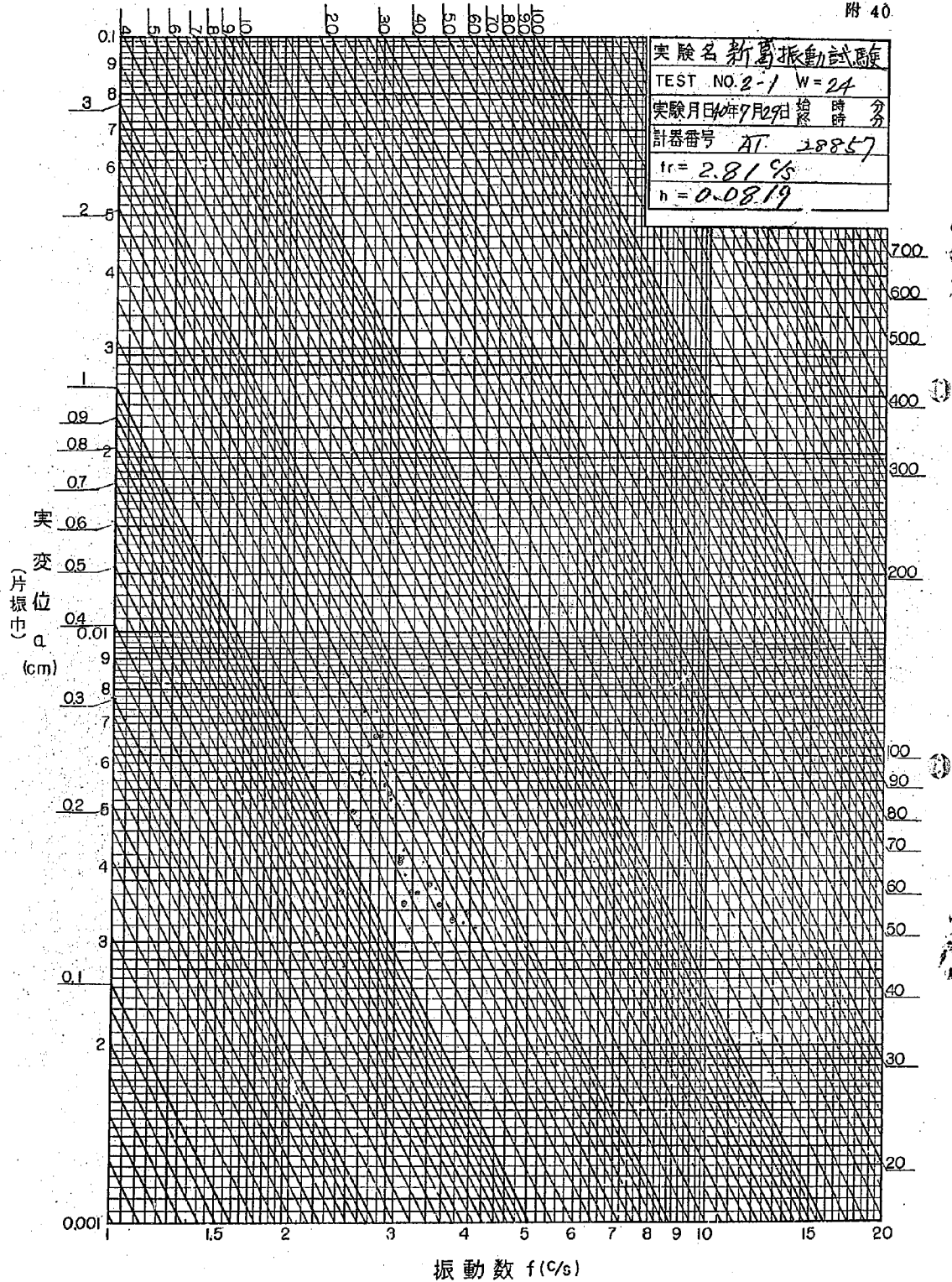
加速度 a (gal)

附 39



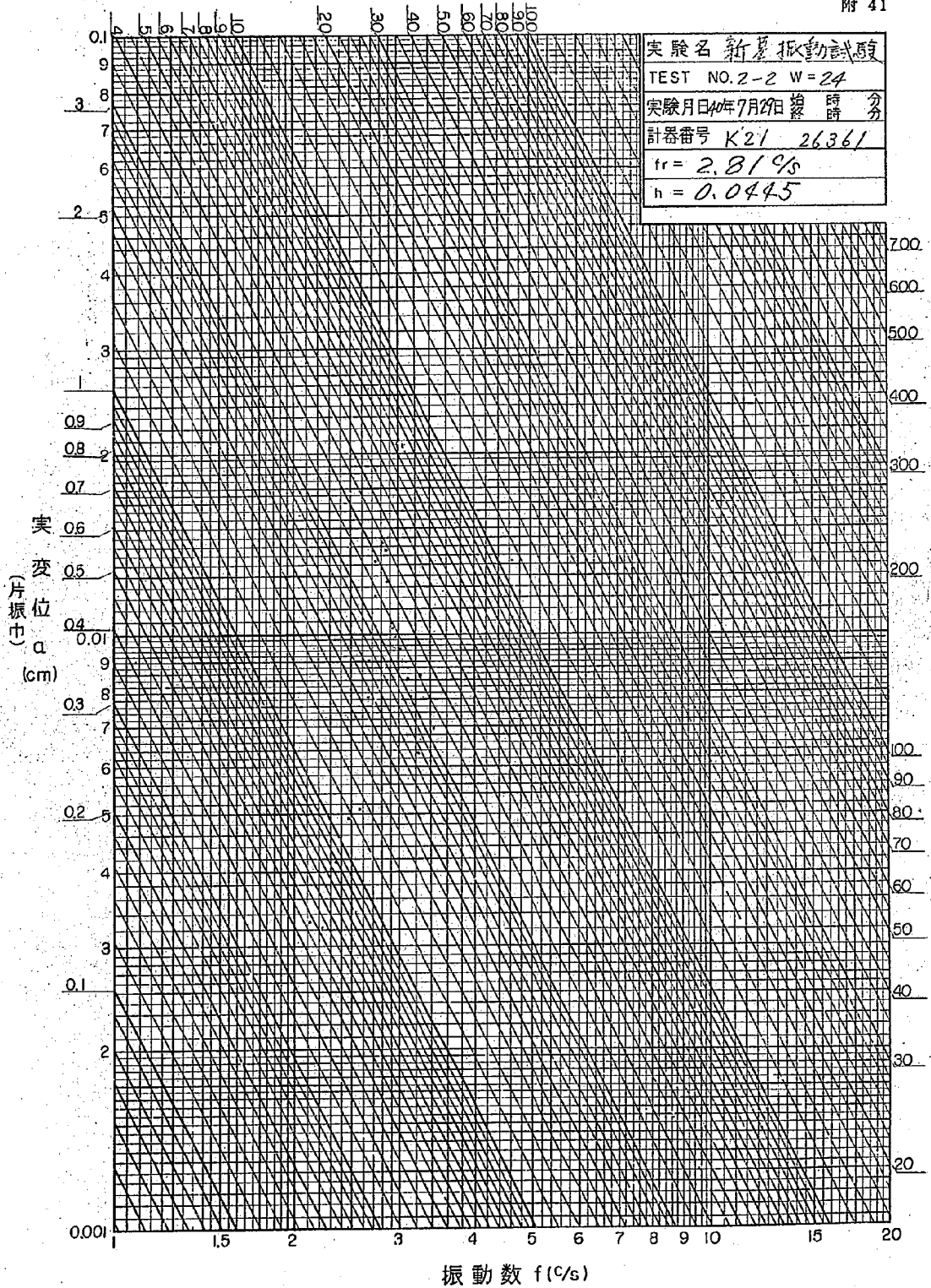
加速度 α (gal)

附 40



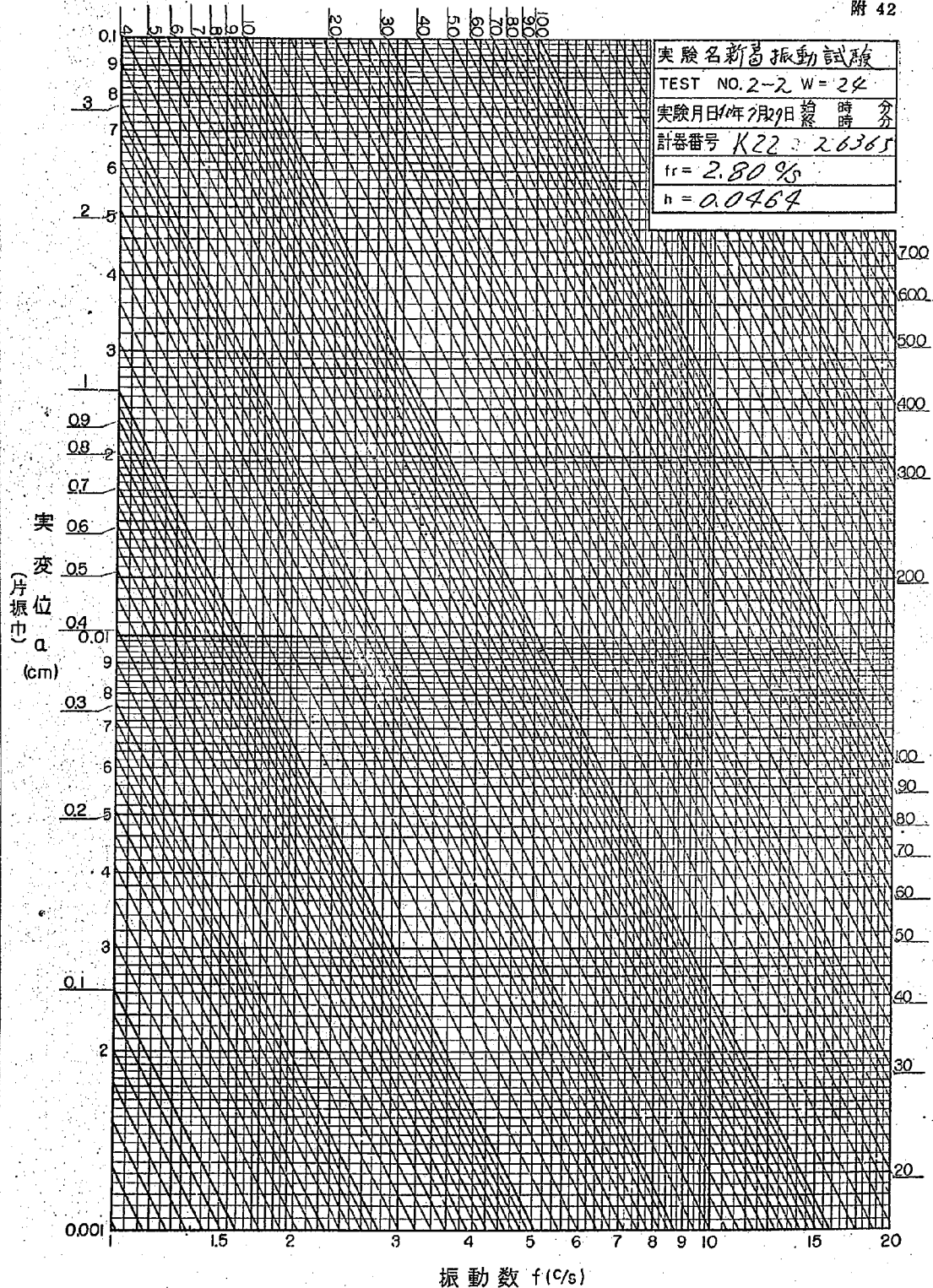
加速度 α (gal)

附 41



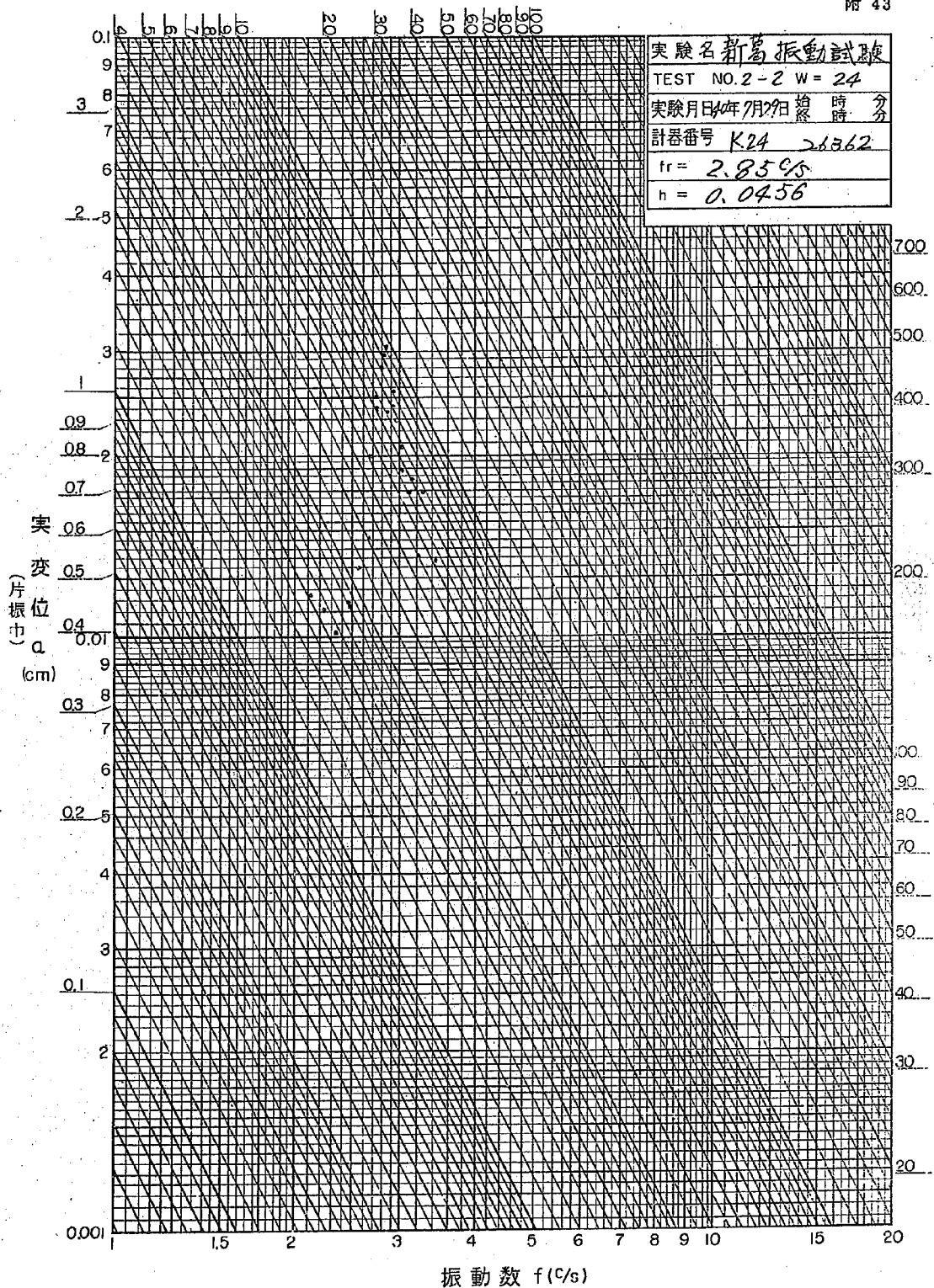
加速度 a (gal)

附 42



加速度 a (gal)

附 43



加速度 α (gal)

附 44. 以上

