

UDC 629.764.7:
533.6.013

航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-407

補助ロケット分離時の空力特性

近 藤 洋 史 ・ 野 田 順 一 ・ 関 根 英 夫
石 田 清 道 ・ 鈴 木 弘 一 ・ 小 松 行 夫
細 江 信 幸 ・ 白 井 正 孝 ・ 丹 尾 新 治
三 輪 田 真

1980年3月

航空宇宙技術研究所
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

補助ロケット分離時の空力特性*

近 藤 洋 史**

野 田 順 一**

関 根 英 夫**

石 田 清 道**

鈴 木 弘 一**

小 松 行 夫**

細 江 信 幸**

白 井 正 孝**

丹 尾 新 治***

三 輪 田 真***

1. ま え が き

ロケットの性能を向上させるため、主胴体まわりに固体補助ロケットを取り付けることはしばしば行なわれる方法であるが、この種のロケットでは、補助ロケット相互及び主胴体との複雑な空力的干渉が起り、補助ロケット単体での空力特性とはかなり異なったものとなる。また、推算により特性を推算することも困難である¹⁾。今回、この様な形態のロケットの開発に当って、問題となる空力的問題の一つとして、補助ロケット分離時の空力特性問題を取り上げ実験的に研究を行なった。

本研究は、航空宇宙技術研究所と宇宙開発事業団との共同研究として、昭和52年度～昭和53年度にわたって行なわれた。宇宙開発事業団としては、本研究により、燃焼終了後の補助ロケットを主胴体から切離すに当って、補助ロケットが主胴体に衝突する等の障害を与えることなく分離するための分離機構の設計条件を決める上で必要な空力データを得ることと、正常且安全な分離を行なわせるための飛行経路に対する制限を設定する上で必要な空力データを得ることを目的としている。また、航空宇宙技術研究所のロケット空力担当者としては、胴体相互の空力干渉問題や今回の様な補助ロケットを含めたブースタの空力的問題に関心があったので、本共同研究を通して今後の研究に有益な資料を得ることを目的としている。

本研究においては、航空宇宙技術研究所の測定部断面1m×1m吹出式超音速風洞および2m×2m遷音速風洞で、各試験マッハ数に対し、迎角、バンク角および主胴体と補助ロケットとの相対位置を種々に設定し、補助ロケットをその後端部を回転中心として変角させ、その補助ロケットに働く空気力を求めることが課題となる。

試験に用いた模型は実機の1/45で、主胴体長849.89mm、直径54.19mmであり、この主胴体回りに長さ235.42mm（ノズル部除く）、直径27mmの補助ロケットが45°毎に8本取り付くが、7本が主胴体に固定され、残る1本の補助ロケットが変角可能な支持系に装着される。補助ロケットに働く空気力は外径17mm、長さ135mmのモーメント・タイプの6分力天秤により測定した。補助ロケットを風洞中で変角させる補助ロケット分離試験装置は天秤を取り付ける部分のアダプタを交換することにより0°～90°まで変角でき、その変角は内蔵された90W（24VDC）のサーボ・モータにて遠隔操作により行なわれる。また、変角量はポテンシオメータにて電氣量に変換され外部に取り出される。

試験は航空宇宙技術研究所の測定部断面2m×2m遷音速風洞および1m×1m吹出式超音速風洞で行なわれた。遷音速風洞ではマッハ数1.1と1.3について、超音速風洞ではマッハ数1.5と2.0について、迎角を-10°、-5°、0°、5°、10°に、変角する補助ロケットが真上になるときをバンク角0°としてバンク角を0°、-45°、-90°に、また補助ロケットと主胴体との相対位置を適宜に変えて、補助ロケットを変角した時に補助ロケットに働く6分力データを取得した。

得られた6分力データは実際にデータを利用するに当って便利な様に中間点での値を内挿し易い形で図示した。また、若干の検討を加えたが、ほぼ満足すべき結果が得られたと考える。

2. 記 号

C_A ; 軸力係数 ($= F_A / q S_{ref}$)

C_{AB} ; 底面軸力係数

C_{AF} ; 前面軸力係数 ($= C_A - C_{AB}$)

C_{LB} ; 機体軸系横揺れモーメント係数
($= M_X / q S_{ref} \cdot l_{ref}$)

C_m ; 縦揺れモーメント係数
($= M_Y / q S_{ref} \cdot l_{ref}$)

* 昭和55年2月1日受付

** 空気力学第二部

*** 宇宙開発事業団

- C_N ; 垂直力係数 ($= F_N / q S_{ref}$)
 C_{nB} ; 機体軸系偏揺れモーメント係数
 $(= M_Z / q S_{ref} \cdot l_{ref})$
 C_P ; 圧力係数 ($= P - P_\infty / q$)
 C_Y ; 横力係数 ($= F_Y / q S_{ref}$)
 F_A ; 軸力
 F_N ; 垂直力
 F_Y ; 横力
 l_{ref} ; 基準長
 M ; 一様流マッハ数
 M_X ; 横揺れモーメント
 M_Y ; 縦揺れモーメント
 M_Z ; 偏揺れモーメント
 P ; 圧力
 P_∞ ; 一様流静圧
 q ; 一様流動圧
 S_{ref} ; 基準面積
 X ; 移動距離 (図4 参照)
 X_{CPN} ; 縦方向の圧力中心
 α ; 迎角
 θ ; 分離角
 ϕ ; バンク角
 略号
 SOB ; 補助ロケット

3. 試験装置

3.1 風洞試験用模型

今回、補助ロケット分離試験を行なった模型の実機は宇宙開発事業団が開発を予定しているH-1ロケット

(二段目に国産の液酸・液水ロケット・エンジンを使用する。)の候補の一つとして考えられた形態である。このロケットの主胴体は長さが38.25m、直径が2.44mであり、その主胴体まわりに長さが10.6m、直径が1.2mの固体補助ロケットが45°毎に8本付いた形状をしている。

模型は図1に示す如く、実機の1/45で主胴体直径が54.19mm、主胴体の長さが849.89mm、補助ロケットは平行部直径27.0mm、長さ235.42mm(ノズル部除く)である。主胴体回りに45°毎に8本ある補助ロケットのうち1本のみ外径17mmの6分力天秤が装着され、分離角を変えていった時に補助ロケットに働く空気力が測定される。また、それ以外の補助ロケットは主胴体に固定され、この部分の分離を模擬することは今回は考えなかった。

3.2 補助ロケット分離試験装置

補助ロケットの分離試験装置としては、通常の6分力試験用模型と同じ大きさの全機形状模型で試験可能な装置を考えた。図2および図3に補助ロケット分離試験装置の概念図および写真を示した。

試験装置の仕様は次の通りである。分離角の変角範囲は、天秤取付部のアダプタを替えることにより0°～90°まで変角できる。回転中心は補助ロケットの中心軸上の平行部後端であり、これと円弧アーム前縁までの半径は280mmである。変角動作は内蔵された直流24V、90Wサーボ・モータで遠隔操作により変角される。その変角の速さは、無風時で約3度/秒、2.5度/秒、2度/秒の3段階である。また、変角量はポテンシオメータを使用し電気量として取り出せる。変角のモ

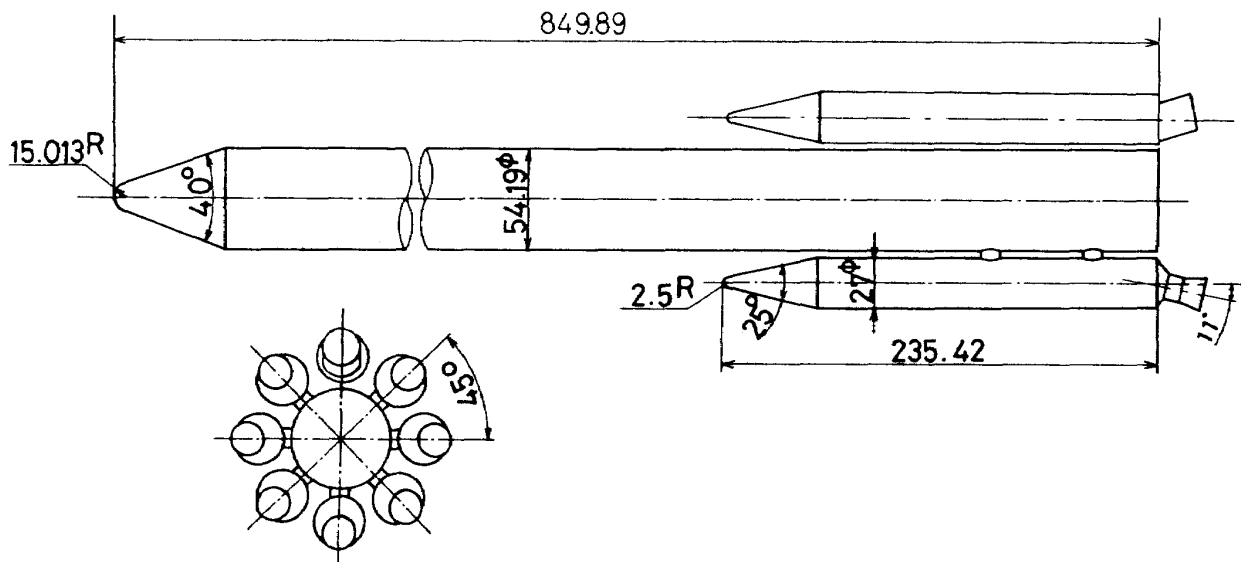


図1 1/45 風洞試験模型

ードは自動変角と手動変角がある。自動変角は 0° から最大角度まで変角し、その状態を内蔵タイマにセットされた時間だけ保持した後に 0° へ復帰する動作をし、手動変角は任意角度に設定するためのものである。また、慣性による余分な動きを少なくするため電磁ブレーキを併用している。

主胴体と補助ロケットとの相対位置は、図4に示すごとく、後方へは $0\sim 150\text{mm}$ の任意点に、ラジアル方向では主胴体と補助ロケットの中心軸間距離を 44.1mm と 70.6mm に変えて試験できる様になっている。今回の装置にあっては、分離の模擬は主胴体に対しラジアル方向面内でのみ変角し、それに対し横すべり角(β)を持たせることは考えなかった、即ち、 β は 0° である。

本試験に於て、補助ロケットに働く空気力を検出す

るための外径 17mm 、長さ 135mm の6分力天秤の外形は図5に示す通りである。また、その規格は表1に示す如くである。

表1 17φ内挿式6分力天秤規格

定 格	第1, 第2垂直力 各 40kg 第1, 第2横力 各 40kg 軸 力 20kg ローリング・モーメント 0.5kg-m
非直線性	各分力共 $\pm 1\%$ FS以下
ヒステリシス	" $\pm 1\%$ FS以下
許容過負荷	" 120 % FS
零点の温度影響	" $\pm 0.01\%$ FS/ $^\circ\text{C}$
感度の温度影響	" $\pm 0.03\%$ Reading/ $^\circ\text{C}$

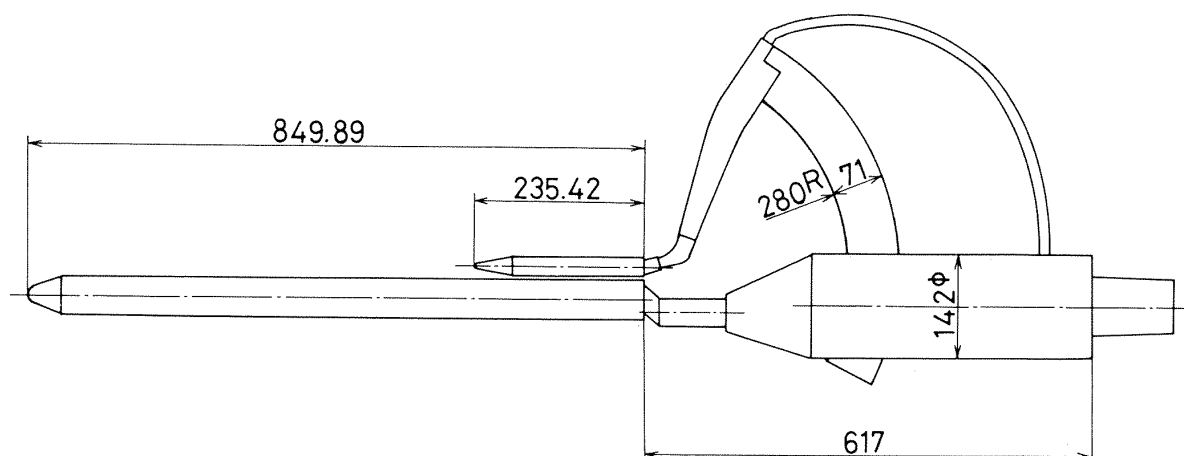


図2 補助ロケット分離試験装置概念図

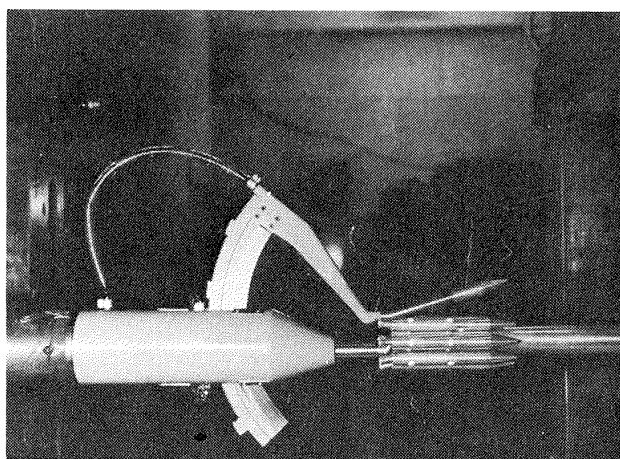


図3 補助ロケット分離試験装置写真

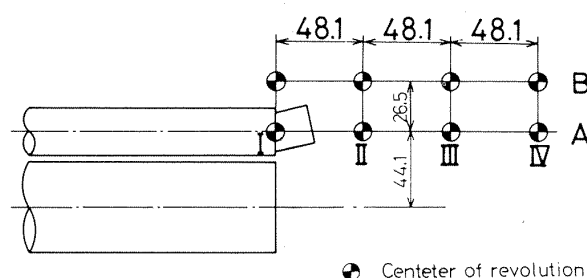


図4 主胴体と補助ロケット相対位置

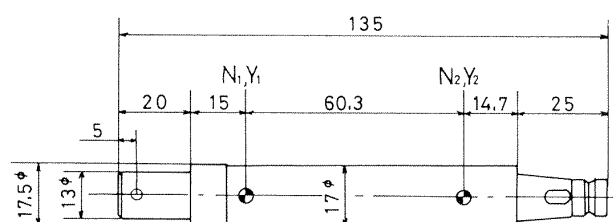


図5 内挿式6分力天秤外形図

4. 試験内容

試験は航空宇宙技術研究所の2m×2m遷音速風洞²⁾および1m×1m吹出式超音速風洞³⁾で行なわれた。

補助ロケットが主胴体から切り離された後の挙動はあらかじめ分っていないので、試験はマッハ数、主胴体と補助ロケットとの相対位置、迎角、バンク角を種々に設定して、補助ロケットの分離角を変えた時のデータを取得し、飛翔解析において必要な状態での空力データを内挿できる様に考えた。

遷音速風洞においては、マッハ数 1.1, 1.3 について、主胴体と補助ロケットとの相対位置、迎角、バンク角を表2に示すごとく設定し、分離角を0°, 2.5°, 5°, 7.5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 37°, 45°に変えてデータを得た。超音速風洞では、マッハ数 1.5, 2.0 について、

分離角を0°～約30°の間で連続的に変角しデータを得た。試験ケースを表3～表5に示した。なお、今回の試験では分離角90°まで取ることは行なわなかった。

空力係数と諸パラメータの定義を図6に、空力係数化に必要な諸基準量を表6に示した。

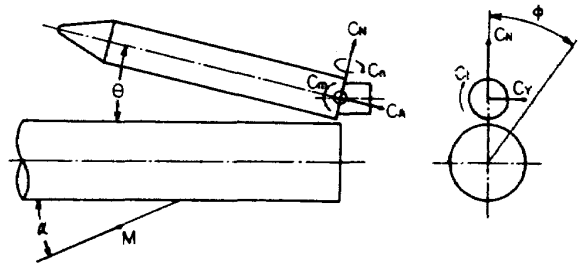


図6 空力係数とパラメータ

表2 補助ロケット分離試験リスト

遷音速風洞

昭和53年4月11日～4月21日

分離角 0°, 2.5°, 5°, 7.5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 37°, 45°

No	形状	相対位置	M	ϕ°	α°	備考
21	SOB単独		1.3	0	0	
32	SOB単独		1.1	0	0	
55	全機	A-1	1.1	0	-10	
66	全機	A-1	1.1	0	-5	
77	全機	A-1	1.1	0	0	
89	全機	A-1	1.1	0	5	
100	全機	A-1	1.1	0	10	
111	全機	A-1	1.1	-45	10	
122	全機	A-1	1.1	-45	5	
133	全機	A-1	1.1	-45	0	
144	全機	A-1	1.1	-45	-5	
155	全機	A-1	1.1	-45	-10	
179	全機	A-1	1.1	-90	-10	
192	全機	A-1	1.1	-90	-5	
203	全機	A-1	1.1	-90	0	
214	全機	A-1	1.1	-90	5	
226	全機	A-1	1.1	-90	10	
251	全機	A-1	1.3	0	-10	
264	全機	A-1	1.3	0	-5	
275	全機	A-1	1.3	0	0	
286	全機	A-1	1.3	0	5	
297	全機	A-1	1.3	0	10	
308	全機	A-1	1.3	-45	10	
319	全機	A-1	1.3	-45	5	
330	全機	A-1	1.3	-45	0	
341	全機	A-1	1.3	-45	-5	
352	全機	A-1	1.3	-45	-10	

表2 続き

No	形 状	相対位置	M	ϕ°	α°	備 考
363	全 機	A-I	1.3	-90	-10	
374	全 機	A-I	1.3	-90	-5	
385	全 機	A-I	1.3	-90	0	
396	全 機	A-I	1.3	-90	5	
407	全 機	A-I	1.3	-90	10	
430	全 機	A-II	1.1	0	0	
441	全 機	A-II	1.3	0	-10	
452	全 機	A-II	1.3	0	-5	
463	全 機	A-II	1.3	0	0	
474	全 機	A-II	1.3	0	5	
485	全 機	A-II	1.3	0	10	
508	全 機	A-II	1.3	-45	-10	
519	全 機	A-II	1.3	-45	-5	
530	全 機	A-II	1.3	-45	0	
541	全 機	A-II	1.3	-45	5	
552	全 機	A-II	1.3	-45	10	
583	全 機	A-II	1.3	-90	-10	
594	全 機	A-II	1.3	-90	-5	
608	全 機	A-II	1.3	-90	0	
619	全 機	A-II	1.3	-90	5	
631	全 機	A-II	1.3	-90	10	
654	全 機	A-III	1.1	0	0	
665	全 機	A-III	1.3	0	0	
687	全 機	A-IV	1.1	0	0	
698	全 機	A-IV	1.3	0	0	
720	全 機	B-II	1.1	0	0	
731	全 機	B-II	1.3	0	-10	
743	全 機	B-II	1.3	0	-5	
755	全 機	B-II	1.3	0	0	
766	全 機	B-II	1.3	0	5	
778	全 機	B-II	1.3	0	10	
800	全 機	B-III	1.1	0	0	
811	全 機	B-III	1.3	0	0	
833	全 機	B-II	1.3	-90	-10	
848	全 機	B-II	1.3	-90	-5	
859	全 機	B-II	1.3	-90	0	
870	全 機	B-II	1.3	-90	5	
881	全 機	B-II	1.3	-90	10	
892	全 機	B-II	1.3	-45	10	
903	全 機	B-II	1.3	-45	5	
914	全 機	B-II	1.3	-45	0	
925	全 機	B-II	1.3	-45	-5	
936	全 機	B-II	1.3	-45	-10	

表 3 補助ロケット分離試験リスト

超音速 1 次

昭和 53 年 2 月 21 日 ~ 3 月 28 日

分離角 0 ~ 約 25°

No	形 状	相対位置	M	ϕ°	α°	備 考
8163	全 機	A-I	1.5	0	0	
8164	全 機	A-I	1.5	0	10	
8165	全 機	A-I	1.5	0	0	シュリーレン写真
8167	全 機	A-I	1.5	0	5	シュリーレン写真
8168	全 機	A-I	1.5	0	- 5	シュリーレン写真
8169	全 機	A-I	1.5	- 45	- 5	
8171	全 機	A-I	1.5	- 45	0	
8172	全 機	A-I	1.5	- 45	5	
8173	全 機	A-I	1.5	- 45	10	
8175	全 機	A-I	1.5	- 90	0	
8177	全 機	A-I	1.5	- 90	- 5	
8178	全 機 (ノズルなし)	A-I	1.5	0	0	
8179	SOB 単独 (ノズルなし)		1.5	0	0	
8180	SOB 単独 (ノズル付)		1.5	0	0	
8181	SOB 単独 (ノズル付)		1.5	- 45	- 5	シュリーレン写真
8182	SOB 単独 (ノズル付)		1.5	- 45	5	シュリーレン写真
8183	SOB 単独 (ノズル付)		1.5	- 90	5	
8184	SOB 単独 (ノズル付)		1.5	- 90	- 5	
8185	全 機	A-II	1.5	- 90	- 5	
8186	全 機	A-II	1.5	- 90	5	
8187	全 機	A-II	1.5	- 45	5	
8188	全 機	A-II	1.5	- 45	10	
8189	全 機	A-III	1.5	- 45	- 5	
8190	全 機	A-II	1.5	0	- 5	シュリーレン写真
8191	全 機	A-II	1.5	0	0	シュリーレン写真
8192	全 機	A-II	1.5	0	5	シュリーレン写真
8193	全 機	A-II	1.5	0	10	シュリーレン写真
8194	全 機	A-III	1.5	0	0	シュリーレン写真
8195	全 機	A-IV	1.5	0	0	シュリーレン写真
8196	全 機	B-II	1.5	0	0	シュリーレン写真
8197	全 機	B-II	1.5	0	10	シュリーレン写真
8198	全 機	B-II	1.5	0	5	
8199	全 機	B-II	1.5	0	- 5	
8200	全 機	B-III	1.5	- 45	- 5	
8201	全 機	B-II	1.5	- 45	5	
8202	全 機	B-II	1.5	- 45	10	
8203	全 機	B-II	1.5	- 90	5	
8204	全 機	B-II	1.5	- 90	- 5	
8205	全 機	B-III	1.5	0	0	シュリーレン写真
8206	全 機	A-I	1.5	0	10	シュリーレン写真
8207	全 機	A-I	1.5	- 90	5	

表3 続き

No	形 状	相対位置	M	ϕ°	α°	備 考
8208	SOB 4 本付	A - I	1.5	0	0	シュリーレン写真
8209	SOB 2 本付	A - I	1.5	0	0	シュリーレン写真
8210	SOB 1 本付	A - I	1.5	0	0	シュリーレン写真

表4 補助ロケット分離試験リスト

超音速2次

昭和53年6月6日～6月15日

分離角 0～約25°

No	形 状	相対位置	M	ϕ	α	備 考
8330	SOB 単独		2.0	0	0	シュリーレン写真, P_1, P_2 測定
8331	SOB 単独		1.5	0	0	
8332	SOB 1 本付	A - I	1.5	0	0	シュリーレン写真
8333	SOB 1 本付	A - I	2.0	0	0	シュリーレン写真
8335	SOB 4 本付	A - I	2.0	0	0	シュリーレン写真
8336	SOB 4 本付	A - I	1.5	0	0	シュリーレン写真
8337	全 機	A - I	1.5	0	0	シュリーレン写真
8338	全 機	A - II	1.5	0	0	シュリーレン写真
8339	全 機	A - III	1.5	0	0	シュリーレン写真
8340	全 機	A - IV	1.5	0	0	シュリーレン写真
8341	全 機	A - IV	2.0	0	0	シュリーレン写真
8342	全 機	A - III	2.0	0	0	シュリーレン写真
8343	全 機	A - II	2.0	0	0	シュリーレン写真
8344	全 機	A - I	2.0	0	0	シュリーレン写真
8345	全 機	B - I	2.0	0	0	シュリーレン写真
8346	全 機	B - II	2.0	0	0	シュリーレン写真
8347	全 機	B - III	2.0	0	0	シュリーレン写真
8348	全 機	B - IV	2.0	0	0	シュリーレン写真
8349	全 機	B - IV	1.5	0	0	
8350	全 機	B - III	1.5	0	0	
8351	全 機	B - II	1.5	0	0	
8352	全 機	B - I	1.5	0	0	シュリーレン写真
8353	全 機	A - I	2.0	- 45	5	
8354	全 機	A - I	2.0	- 45	- 5	
8355	全 機	A - I	2.0	- 90	- 5	
8356	全 機	A - I	2.0	- 90	5	

表 5 補助ロケット分離試験リスト
 超音速 3 次 昭和 54 年 1 月 23 日～2 月 1 日
 分離角 $0 \sim 30^\circ$

No	形 状	相対位置	M	ϕ	α	備 考
8578	全 機	A - I	1.5	0	-10°	
8579	全 機	A - I	1.5	-45	-10°	
8580	全 機	A - I	1.5	-90	-10°	
8581	全 機	A - I	1.5	0	-10°	
8582	全 機	A - I	1.5	-90	10°	
8583	全 機	A - II	1.5	-90	10°	
8584	全 機	A - II	1.5	-90	-10°	
8585	全 機	A - II	1.5	-45	-10°	
8586	全 機	A - II	1.5	0	-10°	
8587	全 機	B - II	1.5	0	-10°	
8588	全 機	B - II	1.5	-45	-10°	
8589	全 機	B - II	1.5	-90	-10°	
8590	全 機	B - II	1.5	-90	10	
8591	SOB 単独		1.5		0	
8592	SOB 単独		2.0		0	
8593	全 機	A - I	2.0	-90	10	
8594	全 機	A - I	2.0	-45	10	
8595	全 機	A - I	2.0	0	10	
8596	全 機	A - I	2.0	0	5	
8597	全 機	A - I	2.0	0	-5	
8598	全 機	A - I	2.0	0	-10	
8599	全 機	A - I	2.0	-45	-10	
8600	全 機	A - I	2.0	-90	-10	
8601	主胴体+SOB1	A - I	2.0	-90	0	

表 6 係数化に当って用いた基準量

基準面積	5.7256 cm^2	補助ロケット平行部胴体断面積
基準長	$C_m, C_n : 0.23542 \text{ m}$	補助ロケット胴体長 (除ノズル部)
	$C_d : 0.027 \text{ m}$	補助ロケット平行部直径 (但し, 遷音速のみ)
基準点		補助ロケット平行部胴体後端

5. 試験結果とその検討

表2～表5に示した各試験ケースそれぞれに対し、垂直力係数(C_N)、縦揺モーメント係数(C_m)、軸力係数(C_A)、圧力中心(X_{CP})、横力係数(C_Y)、偏揺モーメント係数(C_{nB})、横揺モーメント係数(C_{LB})、および補助ロケット後端での圧力係数(C_P)等を分離角(θ)に対し図示したものは一次データ集として、別途共同研究資料⁴⁾としてまとめた。

ここでは、補助ロケットの分離解析等に実際に使用するに当たって便利な様に各空力係数を内挿し易い形で図示した。即ち、各空力係数に対し、マッハ数、相対位置、主胴体の迎角およびバンク角による影響が直視でき、また、試験ケース以外の中間の点の値を内挿し易い様になっている。

なお、軸力係数については、補助ロケット後端の圧力の影響を底面抵力の形で受けるが、本試験にあっては補助ロケット後部にノズルが付いていることと、分離装置の変角機構の都合で補助ロケットを支持するスティング部分に十分な長さの平行部分を取り得なかった関係で、補助ロケット後端部での圧力は単純な分布を示さなかった。この辺の状況を正確に把握するためには別途詳細な検討が必要と思われるので、軸力係数については天秤に受感した力をそのまま係数化したもので主に整理した。

また、補助ロケット単体、主胴体と補助ロケット本数を1本、4本、8本と変えた状態での空力特性を示し、主胴体および補助ロケット相互の干渉効果の検討も行なった。

5.1 マッハ数による影響

マッハ数による影響をみるため、各空力係数を縦軸に、マッハ数を横軸に取り図示した。

図は相対位置A-I、A-II、A-III、A-IV(図4参照)の場合と相対位置B-II、B-IIIおよび補助ロケット単体(SOB)の場合に分けて、バンク角 0° 、迎角 0° での垂直力係数(C_N)、縦揺モーメント係数(C_m)縦方向の圧力中心(X_{CPN})、軸力係数(C_A)、をそれぞれ示した。本図の見方は、試験マッハ数1.1、1.3、1.5、2.0での結果を横軸の対応するマッハ数の所を分離角の 0° の基点とし、分離角の変化量を線間当り 20° として示してある。

主胴体と補助ロケットの相対位置の変化等において、各空力係数におよぼす干渉効果を把握する場合、補助ロケット単体での結果と比べるのが一番わかり易いと思われるので、補助ロケット単体での結果も合わせて

図示した。

垂直力係数(C_N)に関して(図7、図8)、補助ロケット単体の結果についてマッハ数の依存性を調べると、試験マッハ数範囲ではマッハ数の増加に対し同じ分離角での値を比べると C_N の値は増加しており、通常の軸対称物体のときと同じ傾向を持っている⁵⁾。ただ、今回の場合、後端部に付いたノズルの軸が 11° 外側に曲っている関係で $\theta=0^\circ$ での C_N の値は負値を示している。相対位置A-Iの結果では、試験マッハ数すべてで補助ロケット単体の結果より大きく正の干渉効果を持ち、マッハ数の増加につれ同じ分離角での C_N の値は増大している。相対位置A-IIおよびB-IIでは、 $M=1.3$ 、 1.5 で補助ロケット単体の値とほぼ一致し、 $M=1.1$ 、 2.0 では単体の結果より大きく、マッハ数に対しては C_N の値はほぼ増大する傾向をもつ。相対位置A-III、B-III、A-IV、B-IVではマッハ数に依る変化の様子は分離角により異なるが、マッハ数1.1から1.3では増加、1.3から1.5では減少、1.5から2.0では微増の傾向を持ち、マッハ数および相対位置により干渉の受け方に差異がみられることがわかる。

縦揺れモーメント係数(C_m)については、各相対位置でのマッハ数依存性はほぼ C_N と同様である(図9、10)。

縦方向の圧力中心(X_{CPN})は補助ロケット平行部後端を0とし、先端を -100% として示した(図11、図12)。相対位置A-Iの場合は、すべてのマッハ数で、補助ロケット単体の時より圧力中心位置は後方になっている。その他の場合は $M=1.1$ のA-IIでの結果を除いてすべて補助ロケット単体の結果より圧力中心は前方側に移動している。分離角が大きくなると X_{CPN} の変化量は少く且マッハ数および相対位置による差がなくなってくる。

軸力係数(C_A)については(図13、図14)、補助ロケット後端部にあるスティングに十分な長さの平行部分を取れなかった関係で、この支持系の干渉を受け、底面部圧力は均一な分布にはならず、一部では一様流静圧より高い所もあり、今回測定した2点の測定点では底面抗力を求めるには不十分と思われる。従って、軸力に関しては天秤に受感したものをそのまま係数化したいわゆる全軸力係数の形で示した。図13と図14に示した軸力係数とマッハ数の図からは、各相対位置でのマッハ数に対する傾向を読み取ることは困難である。なお、軸力に関しては節を改めて論ずることとする。

5.2 相対位置による影響

主胴体と補助ロケットとの相対位置を図4に示す通

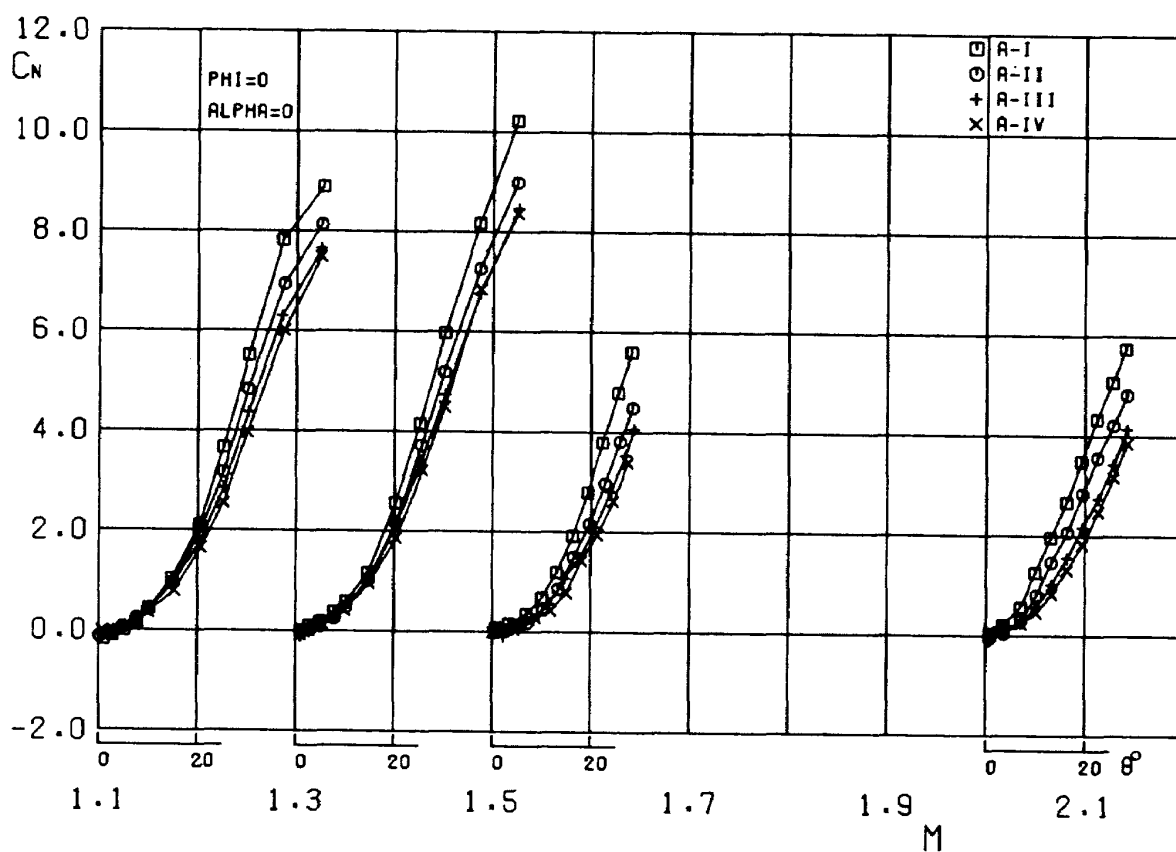


図7 垂直力係数～マッハ数 (バンク角 0° , 迎角 0° , A列)

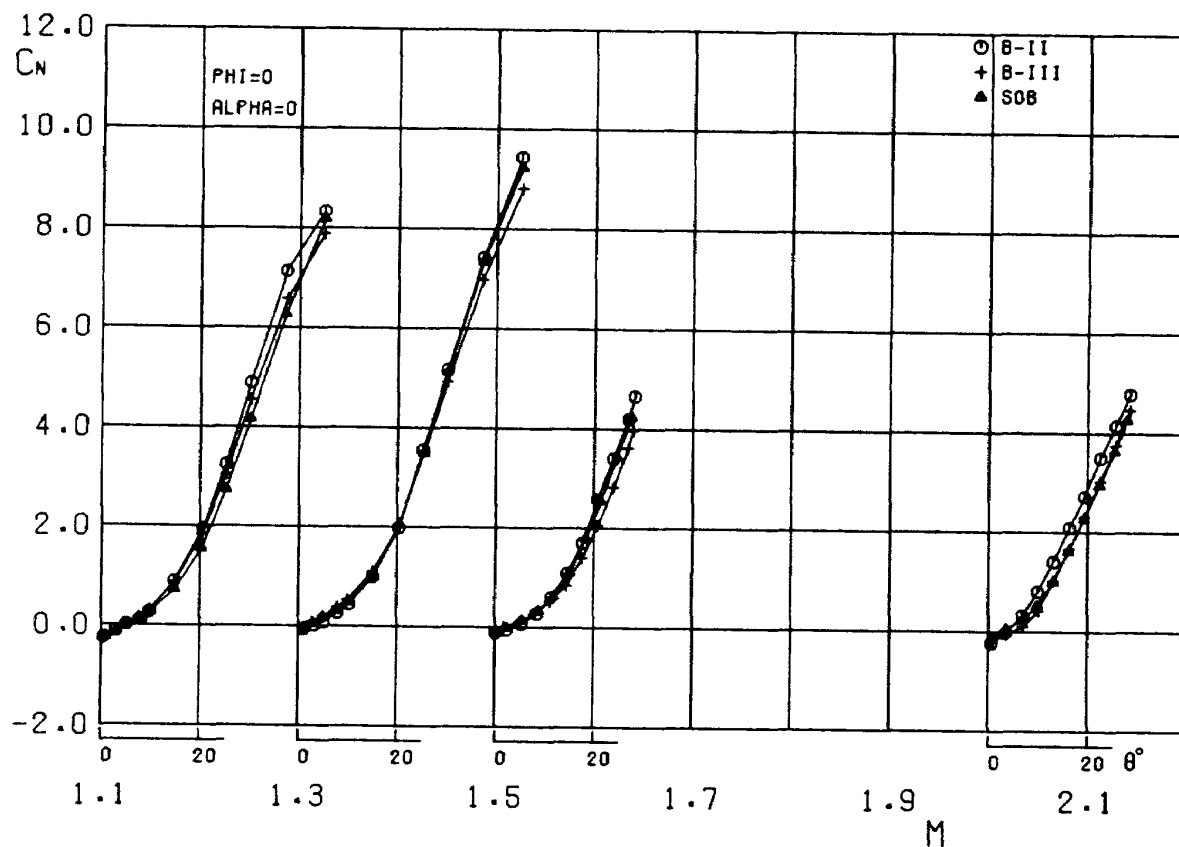
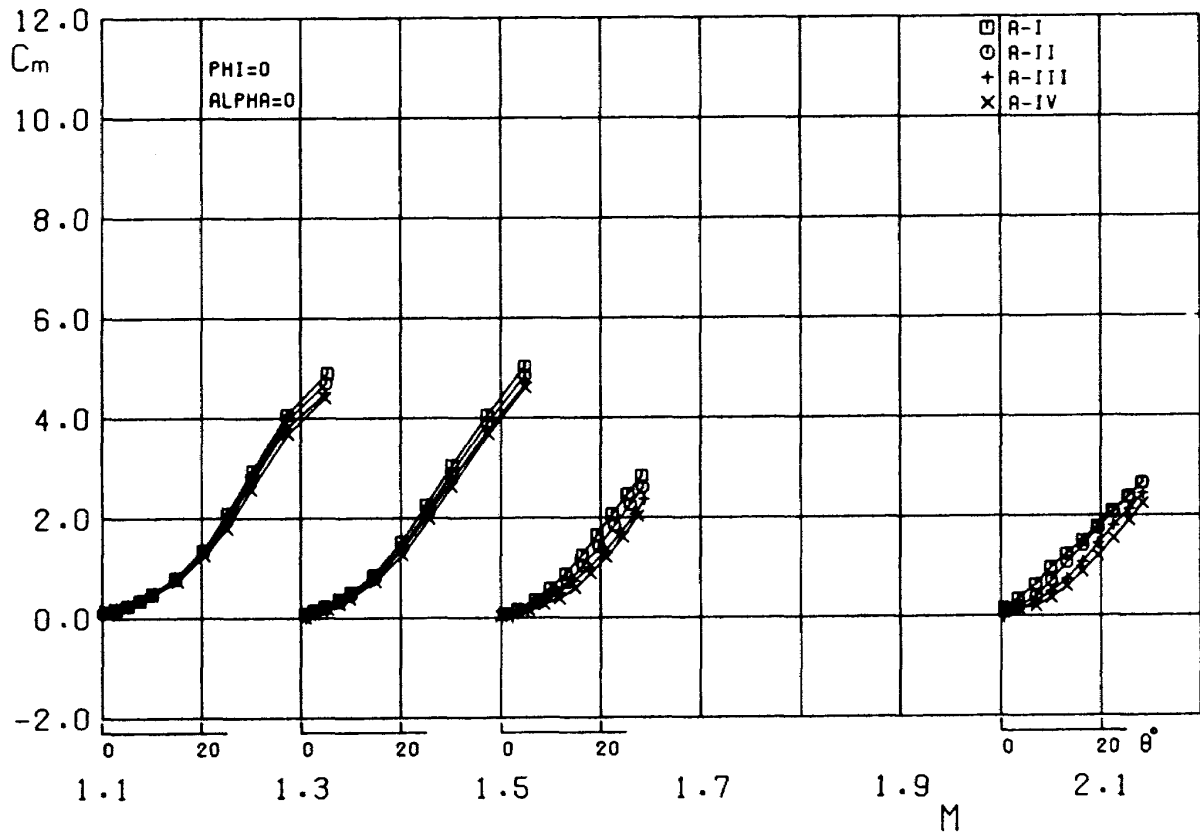
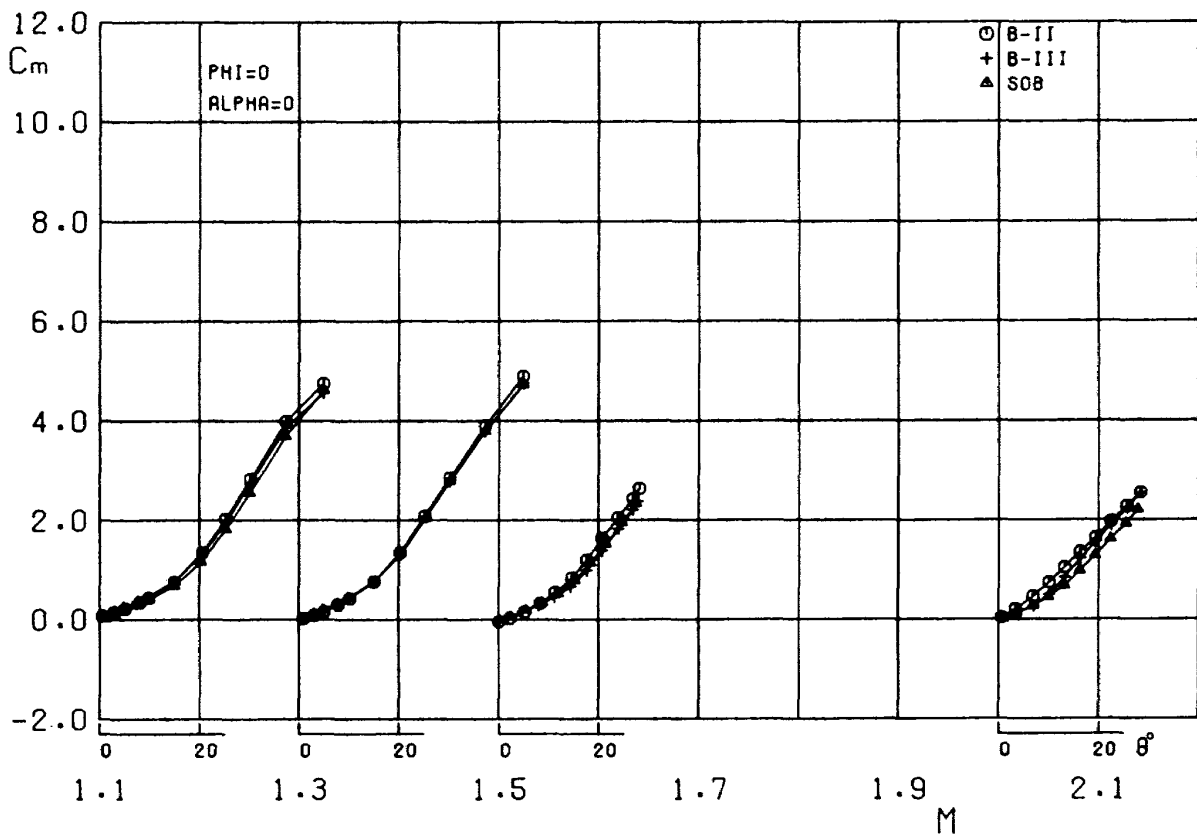


図8 垂直力係数～マッハ数 (バンク角 0° , 迎角 0° , B列および補助ロケット単体)

図9 縦揺れモーメント係数～マッハ数 (バンク角 0° , 迎角 0° , A列)図10 縦揺れモーメント係数～マッハ数 (バンク角 0° , 迎角 0° , B列および補助ロケット単体)

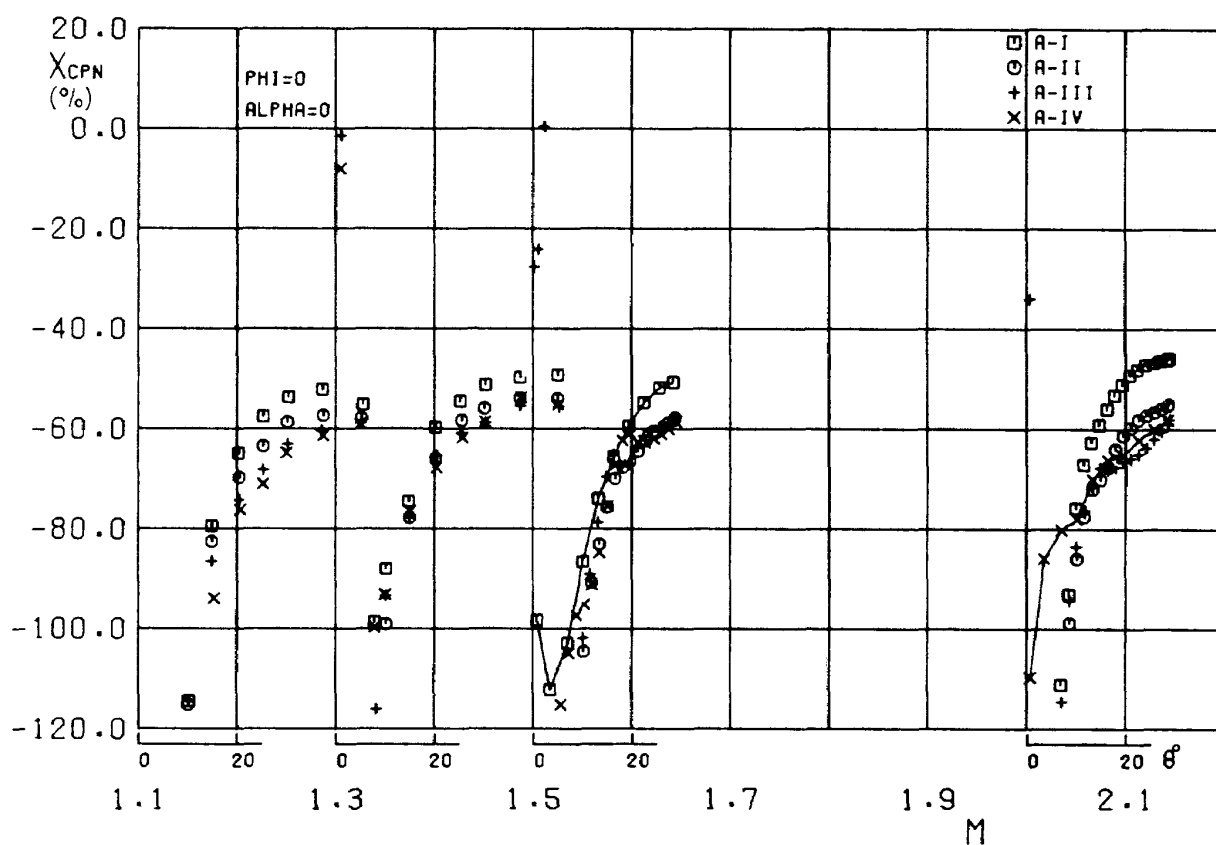


図 11 圧力中心～マッハ数 (バンク角 0° , 迎角 0° , A 列)

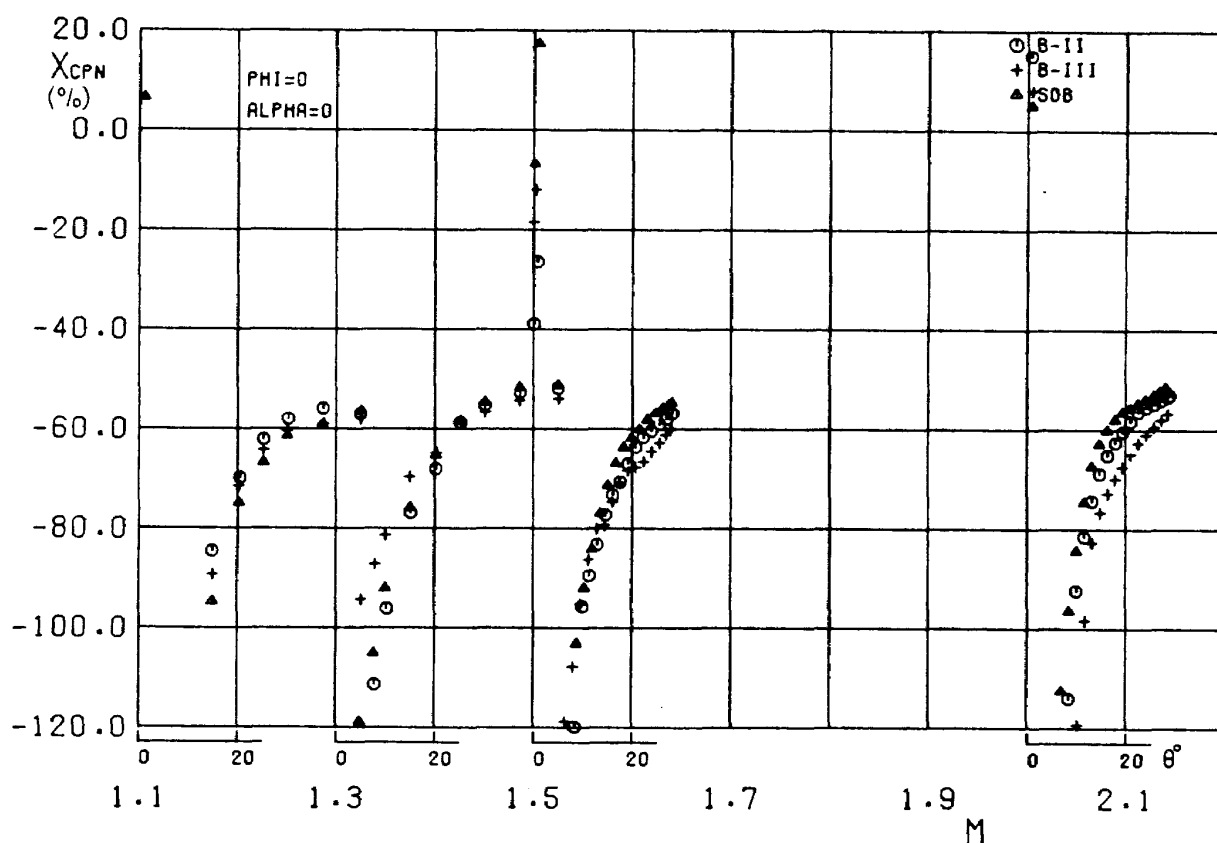
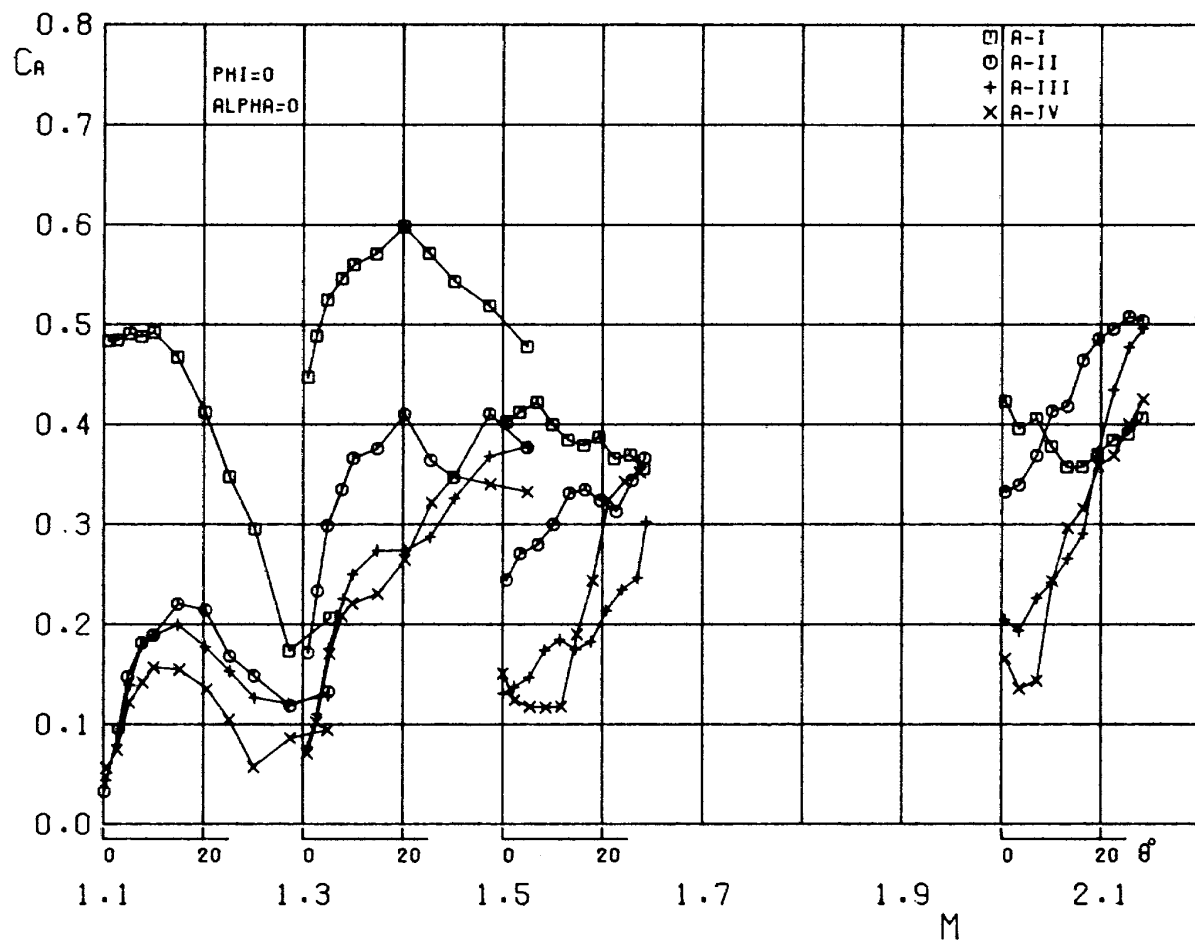
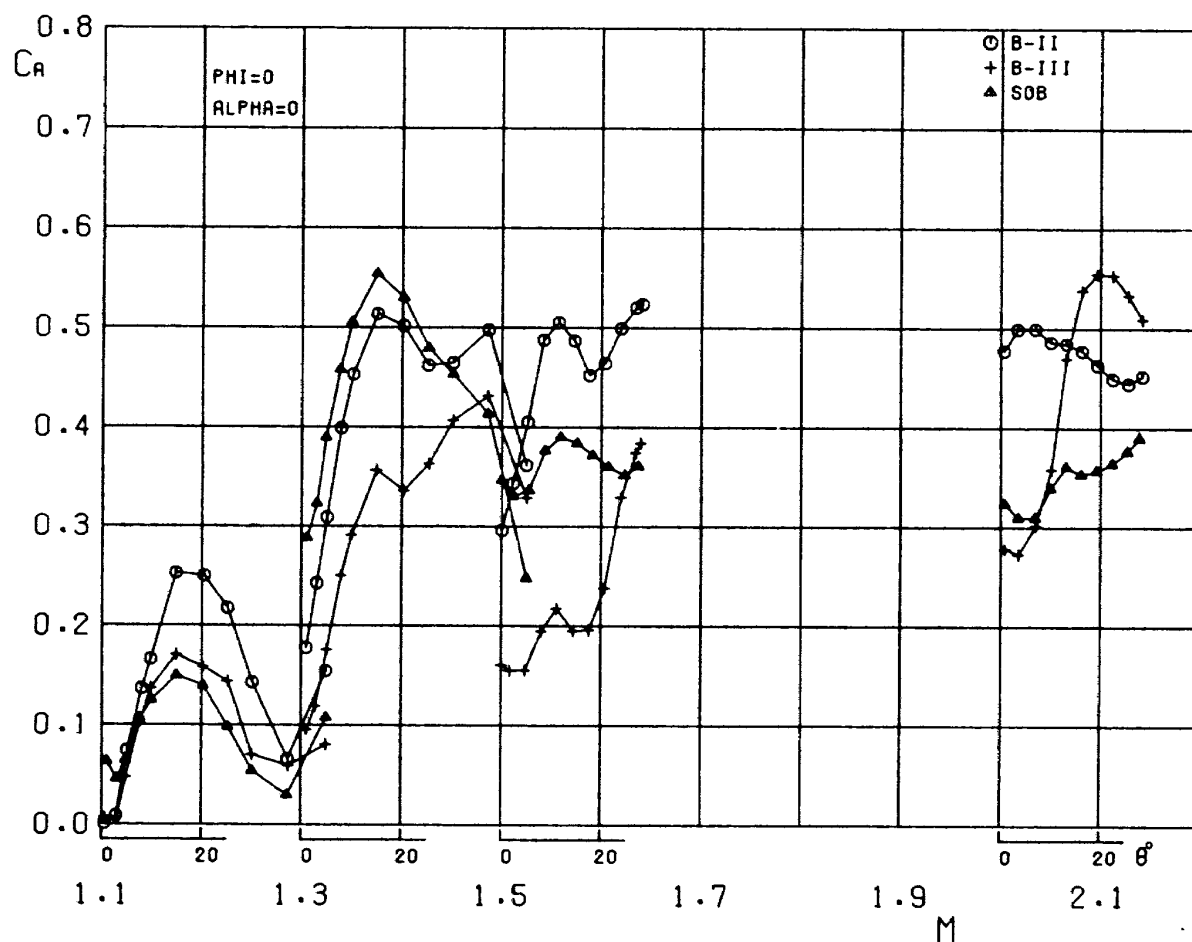


図 12 圧力中心～マッハ数 (バンク角 0° , 迎角 0° ,
B 列および補助ロケット単体)

図13 軸力係数～マッハ数(バンク角 0° , 迎角 0° , A列)図14 軸力係数～マッハ数(バンク角 0° , 迎角 0° , B列および補助ロケット単体)

り、固定された補助ロケットと後端がそろった位置を $X=0$ (I) として、 $X=48.1\text{mm}$ (II), 96.2mm (III), 144.3mm (IV) にずらして行った時の影響を主胴体と補助ロケットの中心軸間距離 44.1mm のもの (A 列) と 70.6mm のもの (B 列) について比較した。

マッハ数 1.1, 1.3, 1.5 および 2.0 について、迎角 0° , バンク角 0° の時の C_N , C_m , X_{CPN} , C_A を縦軸に、 X を横軸に取りそれぞれ図 15～図 30 に示した。

C_N (図 15～図 18) については、補助ロケットの先端の揃った $X=0$ では、今回試験したすべてのマッハ数で補助ロケット相互の干渉効果により単体での値より大きな値を示し、変角する補助ロケットが主胴体から後方に離れるに従って C_N の値は減少して行き、補助ロケット単体での値より若干低目の値へ収束している。また、単体の結果とはほぼ一致するのは、 $M=1.1$ では A-III $M=1.3$ では B-II, $M=1.5$ では A-II または B-II, $M=2.0$ では B-III である。巻末の付録に示したシュリーレン写真をみると、主胴体に固定された補助ロケットの頭部から出るかなり強い衝撃波が力計測をしている補助ロケットに当る領域では補助ロケット単体の時より局所垂直力が増大し、その衝撃波が当たらない後方部分では衝撃波による総圧損失の影響で局所垂直力は単体の時より減少すると定性的には解釈できる。従って、補助ロケット相互の干渉効果により総体として単体での値より大きくなる X の小さい領域から補助ロケット単体時の値より小さくなる X の大きな領域の中間点として単体時の値にほぼ等しい所が存在する訳で、その位置はマッハ数により異なり前述した通りである。一方、ラジアル方向に位置を変えた A 列と B 列を比較すると次の通りである。マッハ数 1.1, 1.3 の遷音速風洞での試験では、B-I, B-IV については試験を行っていないので、A-II と B-II, A-III と B-III で比べると、 $M=1.1$ では、分離角 $\theta=0^\circ$ で補助ロケット後端のノズルの中心軸が外側に曲っている影響で垂直力は負値となっており、さらに B 列の方がノズル部の効きが大きいので値が A 列よりさらに小さい。しかし、 $M=1.3$ ではこの傾向はみられない。 θ が大きい所では $M=1.1$, 1.3 共に B 列の方が若干高めとなる。マッハ数 1.5 では、A-I と B-I では A-I の方が干渉量が大であるほかは A 列と B 列ではほとんど違いはみられない。マッハ数 2.0 での結果では A-I の方が B-I より大きく、A-II と B-II ではほとんど差違がみられず、A-III と B-III および A-IV と B-IV では分離角の小さい所では B 列の方がノズル部の効きが大きいので、B-III, B-IV と A 列より小さい、しかし、分離角が大きくなると、B 列では

固定された補助ロケット先端から出る衝撃波の影響を受け A 列より大きな値を示している。

C_m (図 19～図 22) については、 C_N と同様 X が大きくなるに従って C_m の値は減少している。また、補助ロケット単体での結果とはほぼ同じになる位置は C_N の時より後方にずれている。即ち、 $M=1.1$ で A-IV, $M=1.3$ で A-III または B-III, $M=1.5$ では B-III (A-III では小さい), $M=2.0$ では A-IV (B-IV では大きい) である。A 列と B 列とを比べると C_N ほど差違はみられず、 $M=2.0$ で極くわずかに異同がみられるだけである。

X_{CPN} (図 23～図 26) については、マッハ数によっては分離角の小さい所で A 列と B 列で差違がみられるものもあるが、マッハ数 1.5, 2.0 で、分離角 30° 近くでも A-I の方が B-I より 5% ほど圧力中心が後方にある場合を除いて、他の場合は分離角が大きくなるに従って A 列と B 列とで圧力中心はほぼ一致している。我々が、マッハ数 1.5 と 2.0 で別に行なった補助ロケットの大迎角試験⁶⁾の結果からは、圧力中心は 30° ぐらい変角すると 90° の値にかなり近ずいてしまっており収束する速さはかなり早いと伝える。

C_A (図 27～図 30) については、前述した通り底面部分の圧力測定が十分でないので、天秤に受感したものを係数化したものをそのまま示した。軸力については、ノーズ・コーン部の造波抵抗、摩擦抵抗および底面抗力に大きく分けられるが、ノーズ・コーン部の造波抵抗については他の固定された補助ロケット先端から出る衝撃波と変角する補助ロケットとの相対位置によりかなり影響される。即ち、衝撃波が力を測定している補助ロケットのノーズ・コーン部に当る領域では造波抵抗は増大する。底面圧についてもマッハ数および相対位置により一定した傾向を読み取ることはできない。これらについては後述することにして、ここでは X が大きくなると C_A はおおむね減少していることを示すに留める。

5.3 迎角およびバンク角による影響

実際に補助ロケットを分離するに当たっては、必ずしも迎角 0° の状態で分離が行なわれるとは限らないので、全体に迎角を取った状態で、さらにバンク角を変えて補助ロケットの取付けられた位置による影響を調べておく必要がある。そのため、各マッハ数および相対位置に対し迎角およびバンク角を変えた試験を行なった。しかしながら、マッハ数、相対位置、迎角およびバンク角を網羅的に変えると試験ケースがかなりの数になるので、今回は、マッハ数 1.1 および 2.0 では相対位置 A-I について、マッハ数 1.3 および 1.5 では相対位置 A-

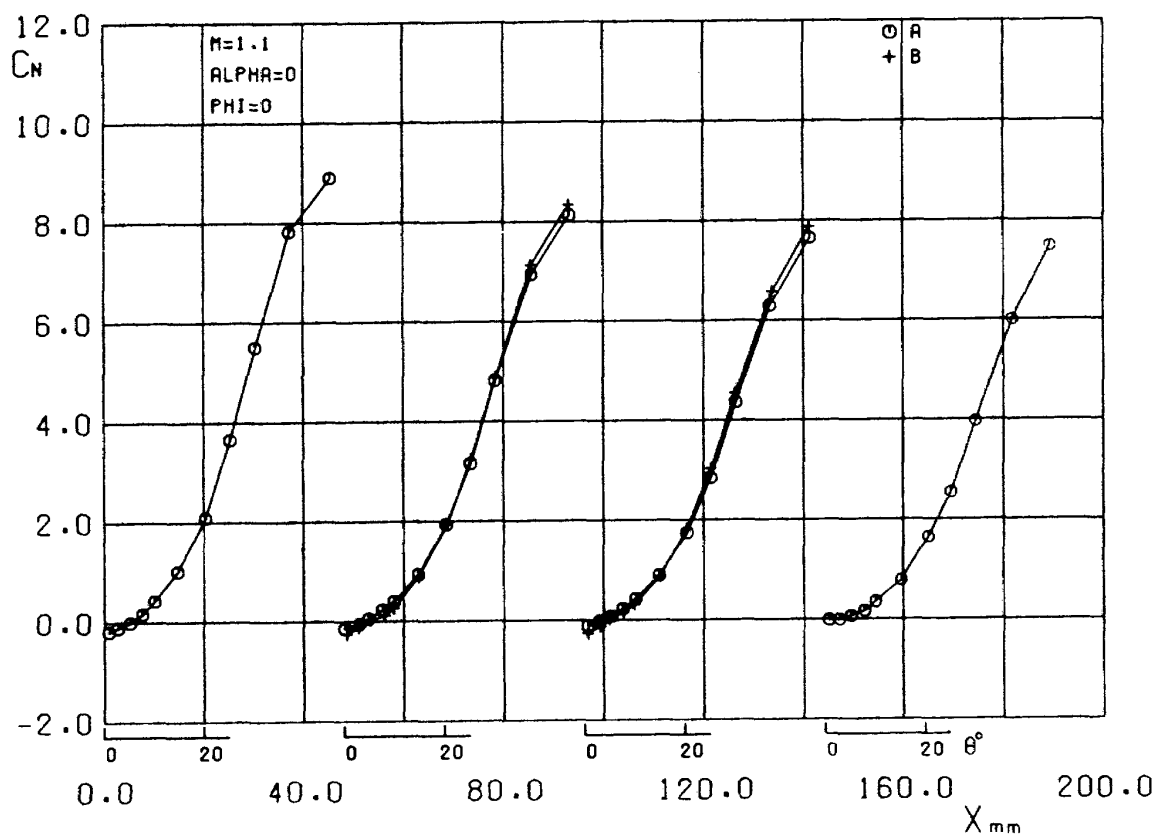


図 15 垂直力係数～移動距離（マッハ数 1.1，バンク角 0° ，迎角 0° ，A 列と B 列比較）

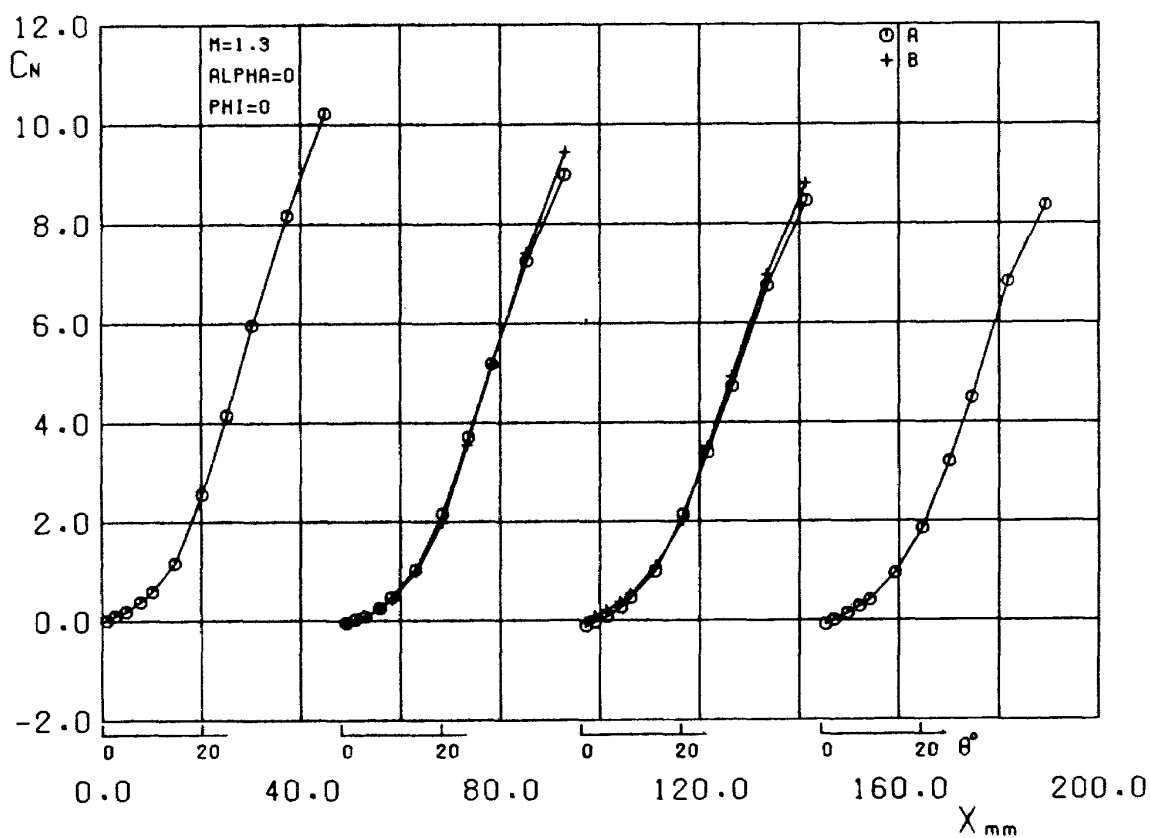


図 16 垂直力係数～移動距離（マッハ数 1.3，バンク角 0° ，迎角 0° ，A 列と B 列比較）

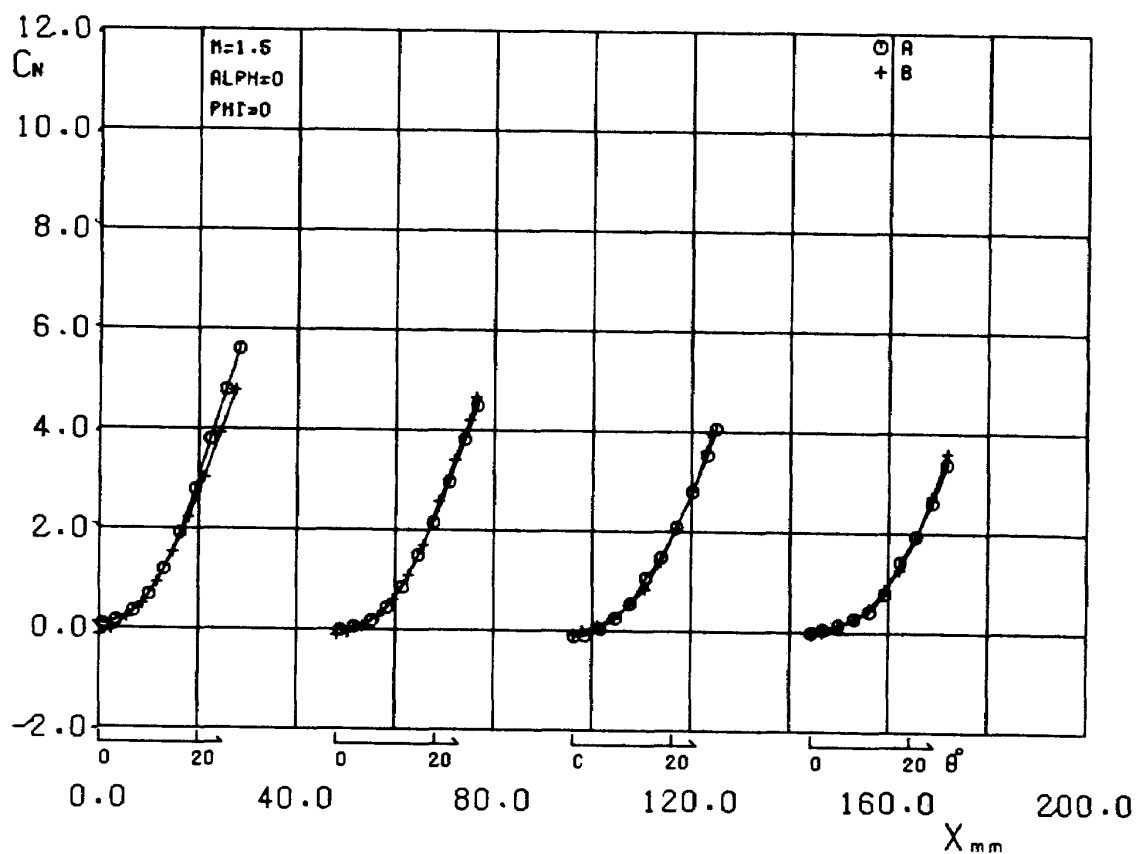


図 17 垂直力係数～移動距離 (マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

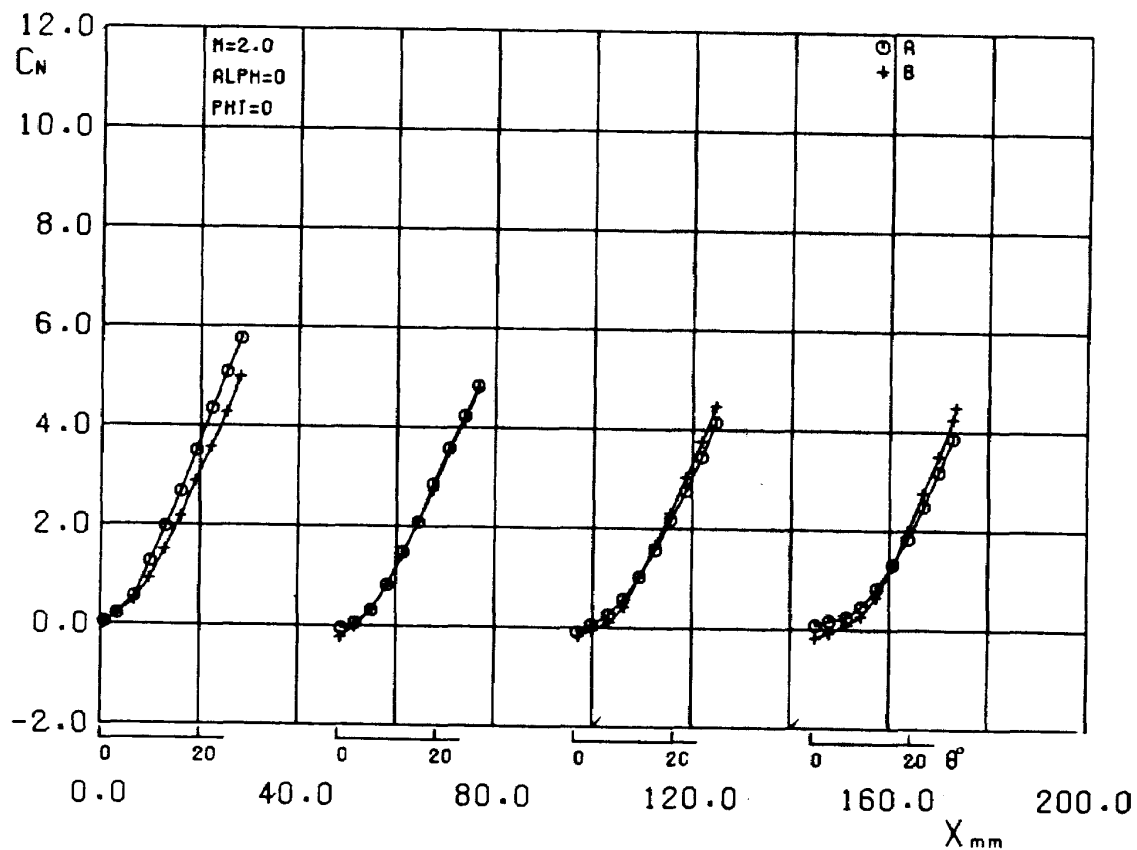


図 18 垂直力係数～移動距離 (マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

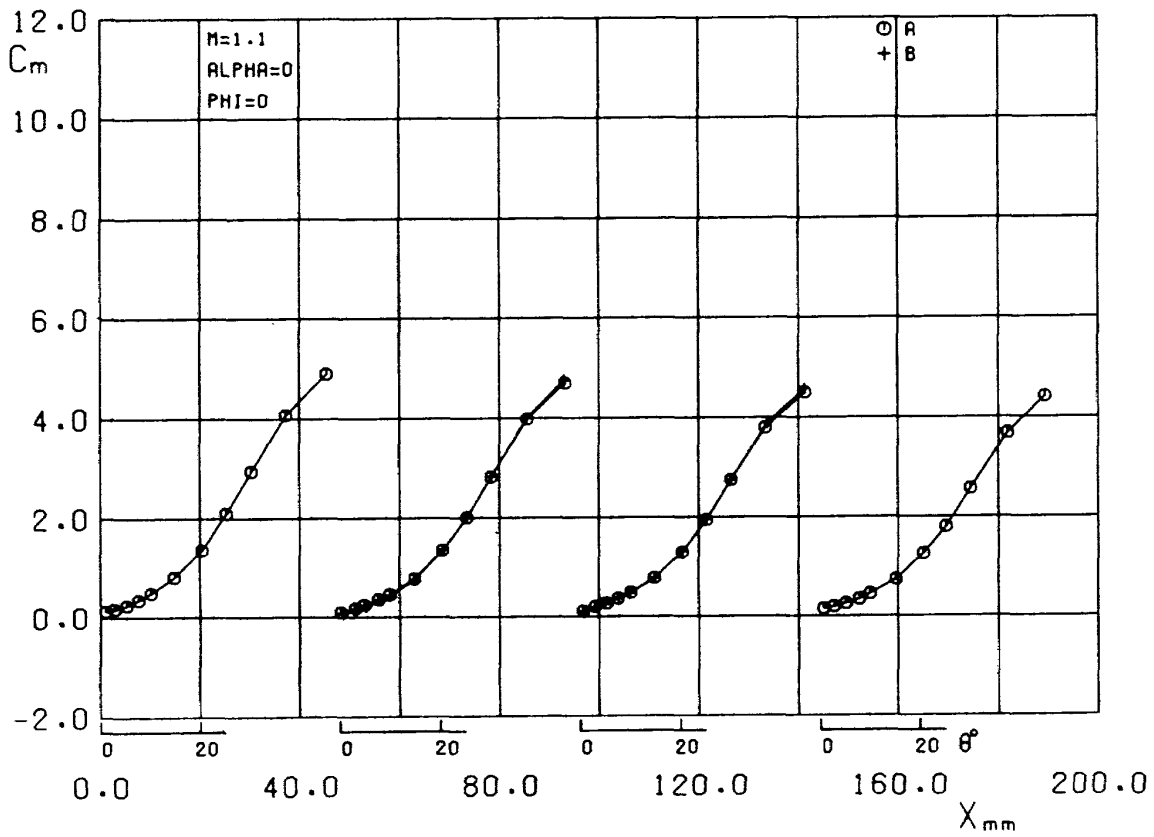


図 19 縦揺れモーメント係数～移動距離 (マッハ数 1.1, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

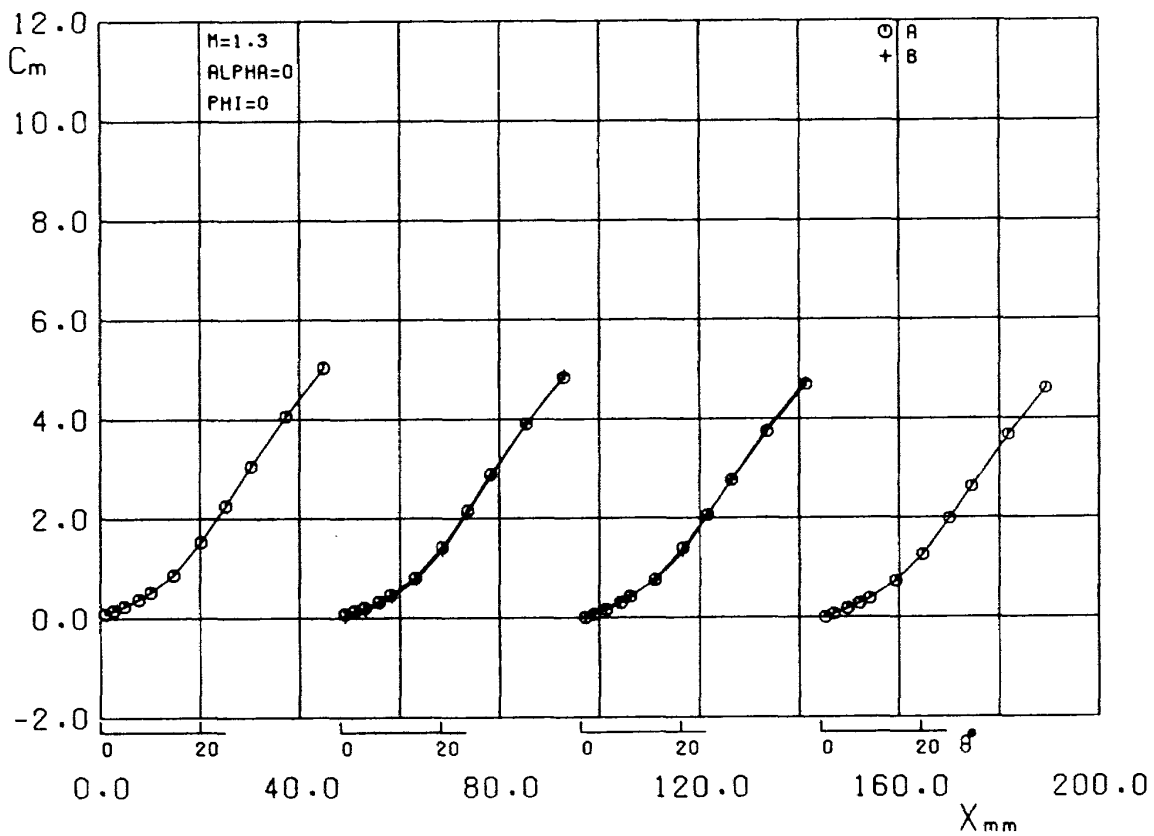


図 20 縦揺れモーメント係数～移動距離 (マッハ数 1.3, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

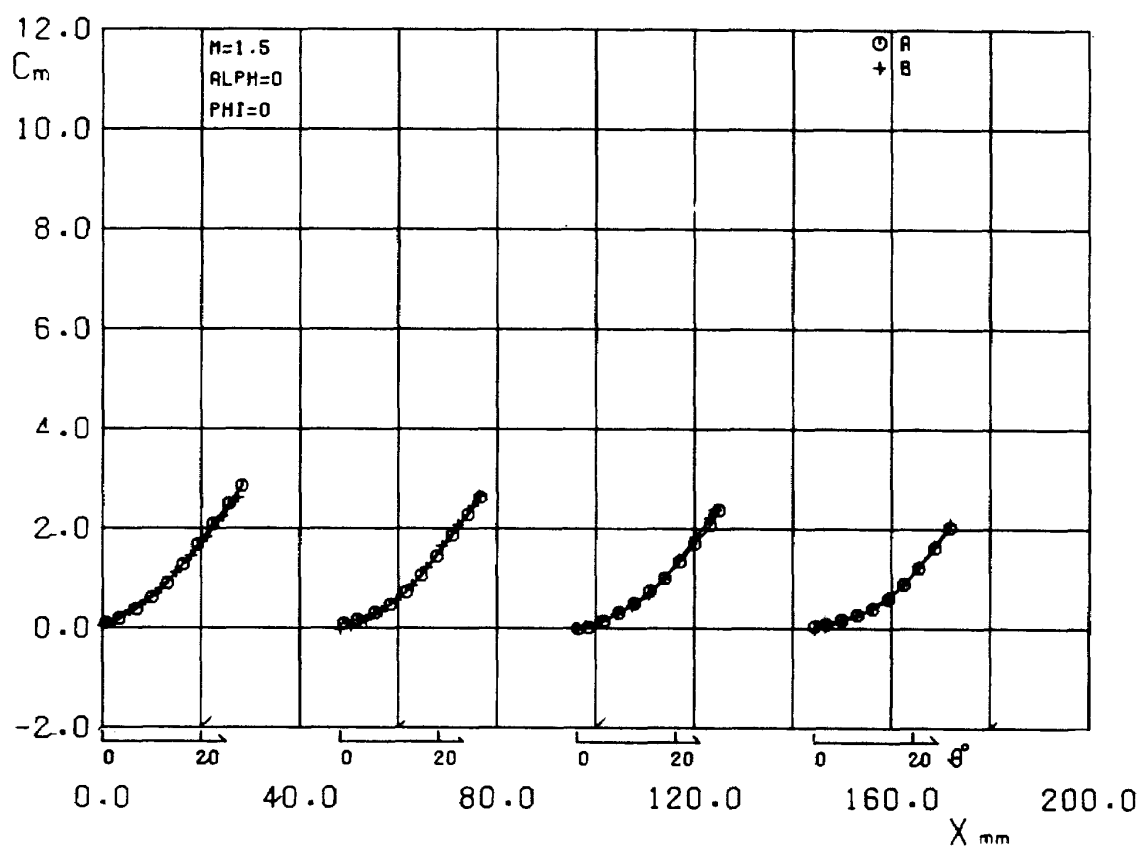


図 21 縦揺れモーメント係数～移動距離 (マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

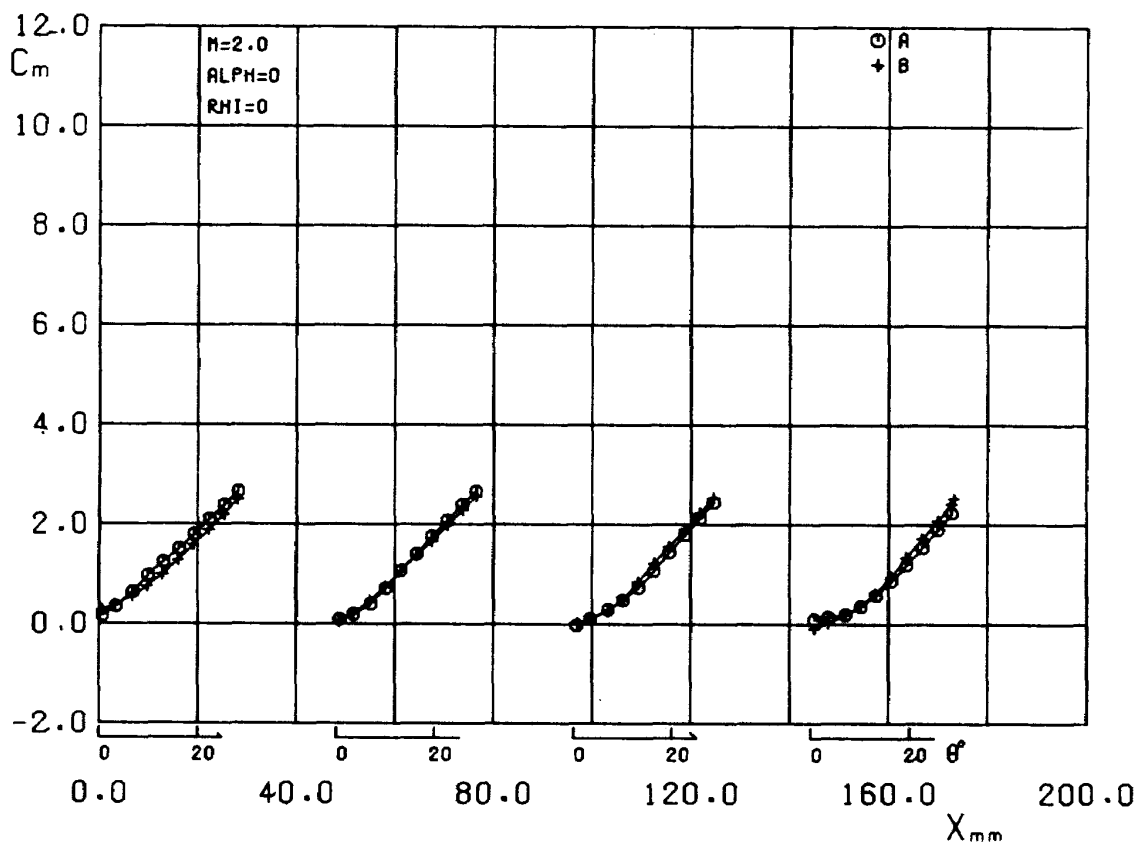


図 22 縦揺れモーメント係数～移動距離 (マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

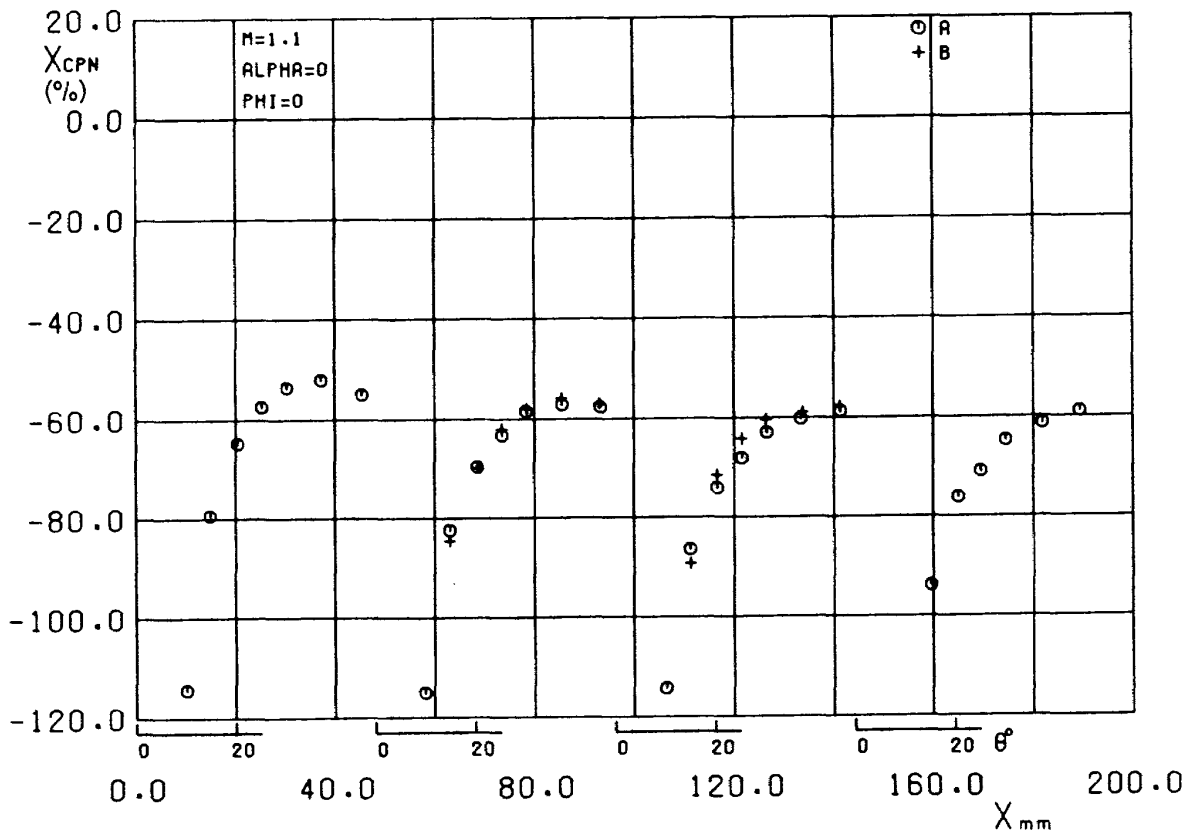


図 23 圧力中心～移動距離 (マッハ数 1.1, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

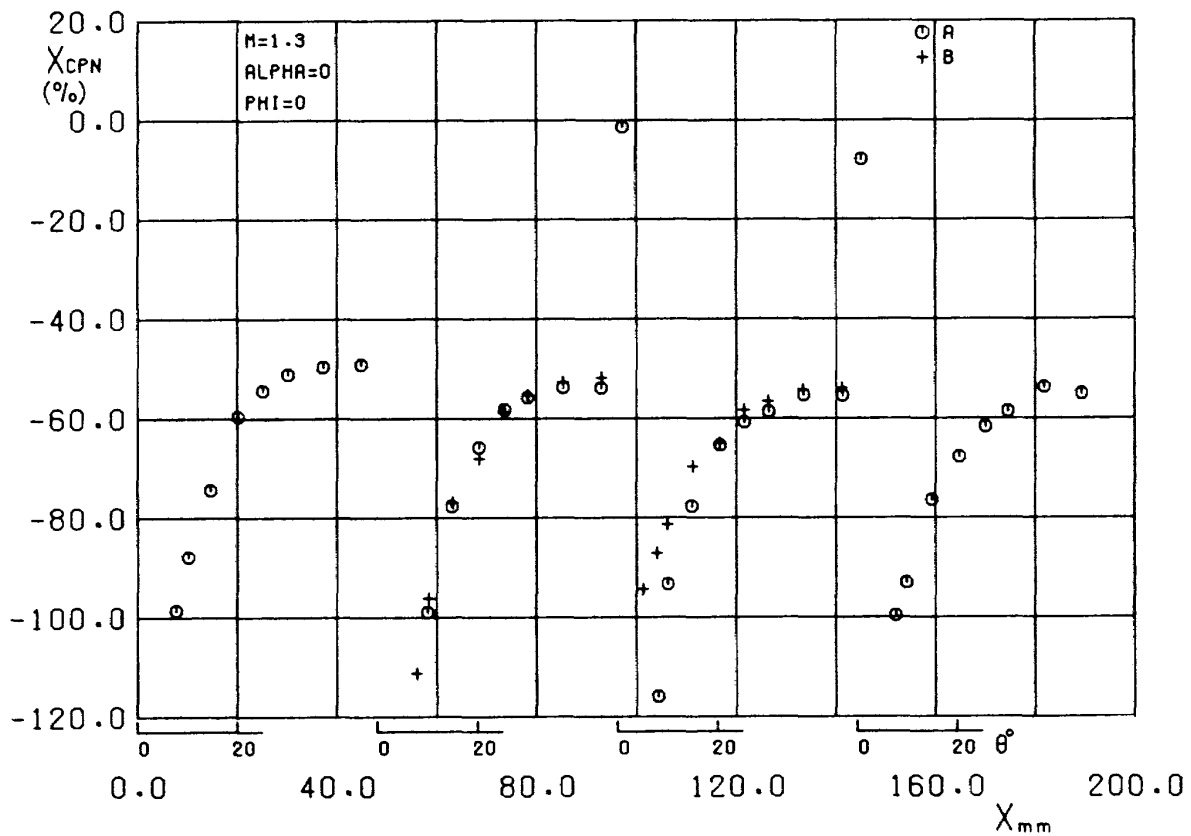


図 24 圧力中心～移動距離 (マッハ数 1.3, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

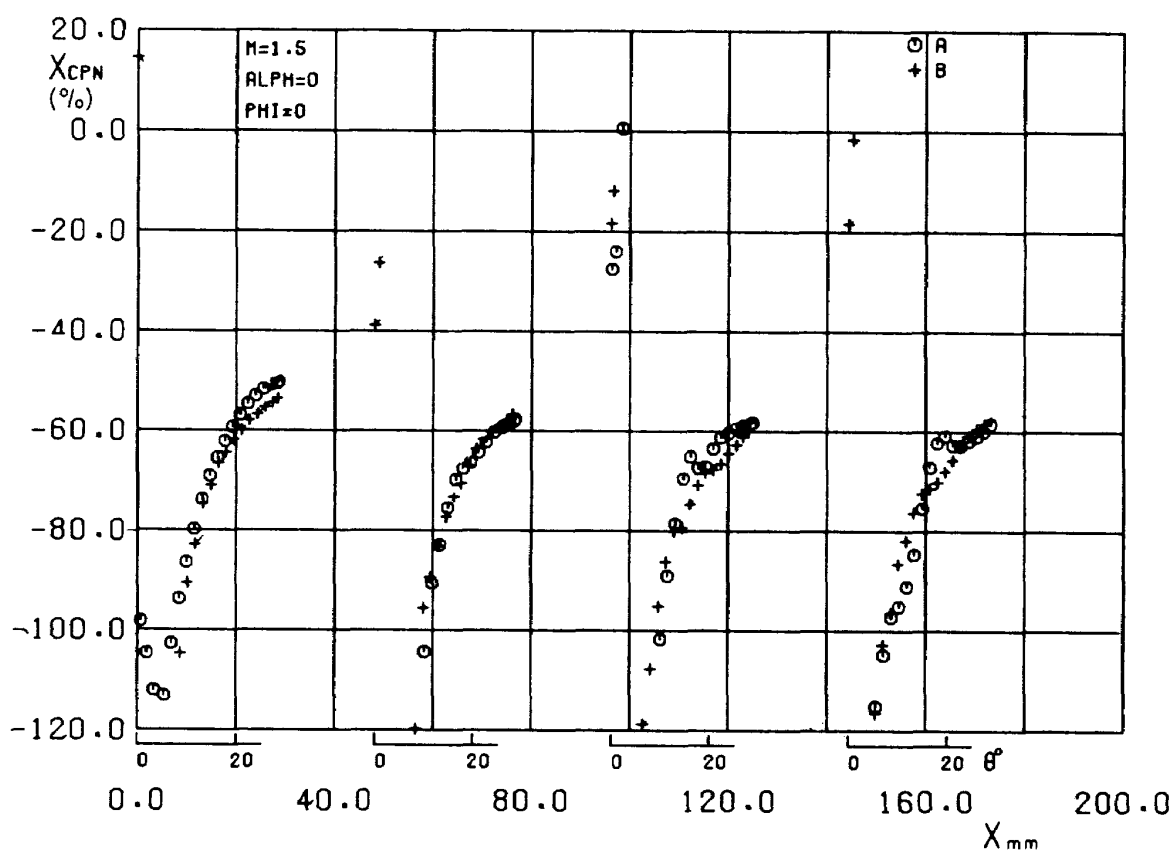


図 25 圧力中心～移動距離 (マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

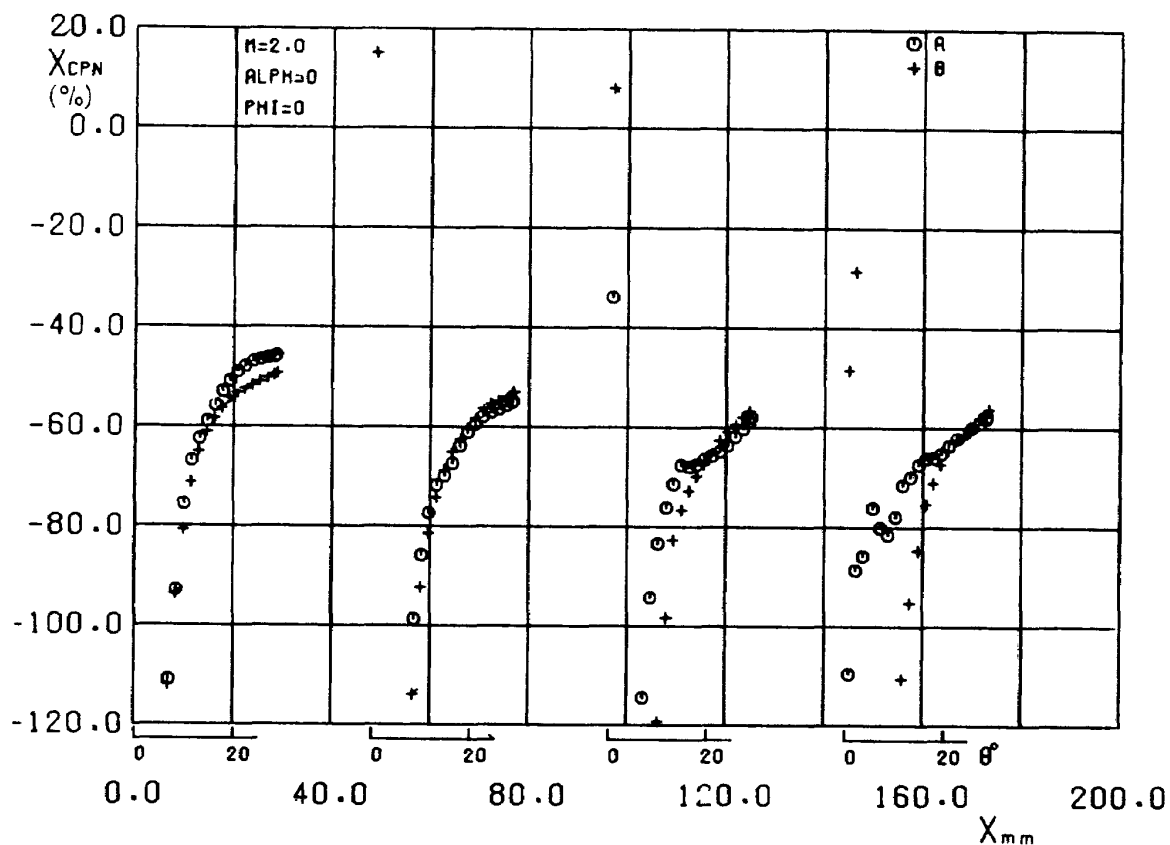
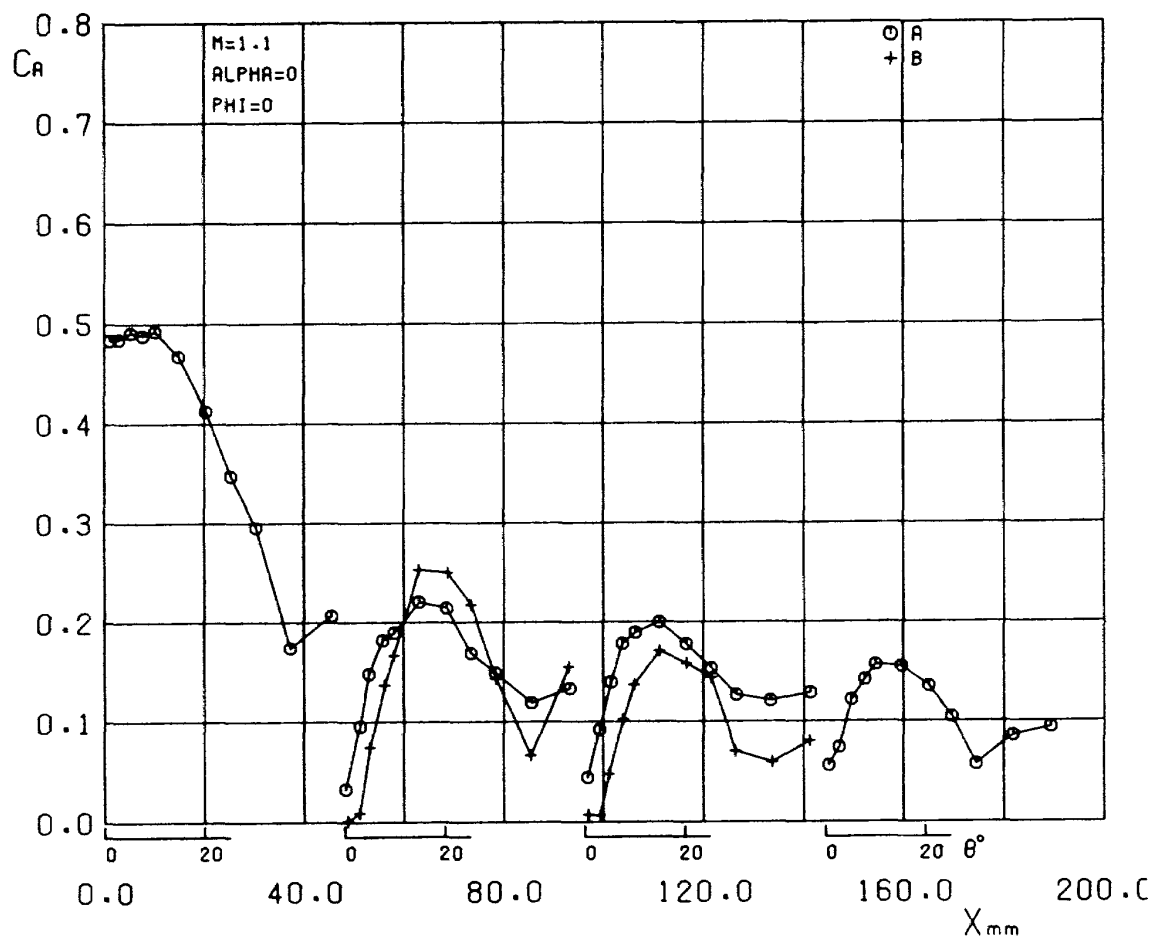
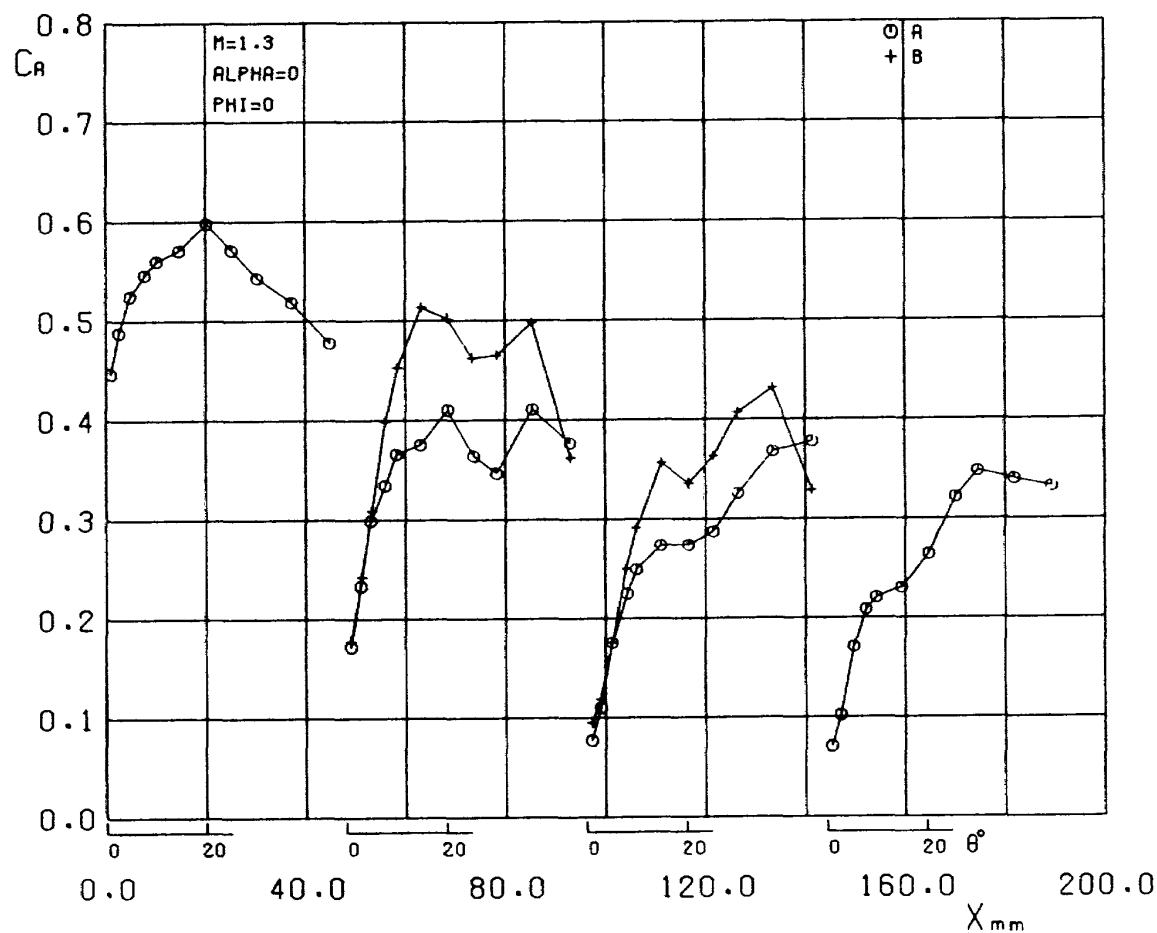


図 26 圧力中心～移動距離 (マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

図 27 軸力係数～移動距離 (マッハ数 1.1, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)図 28 軸力係数～移動距離 (マッハ数 1.3, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

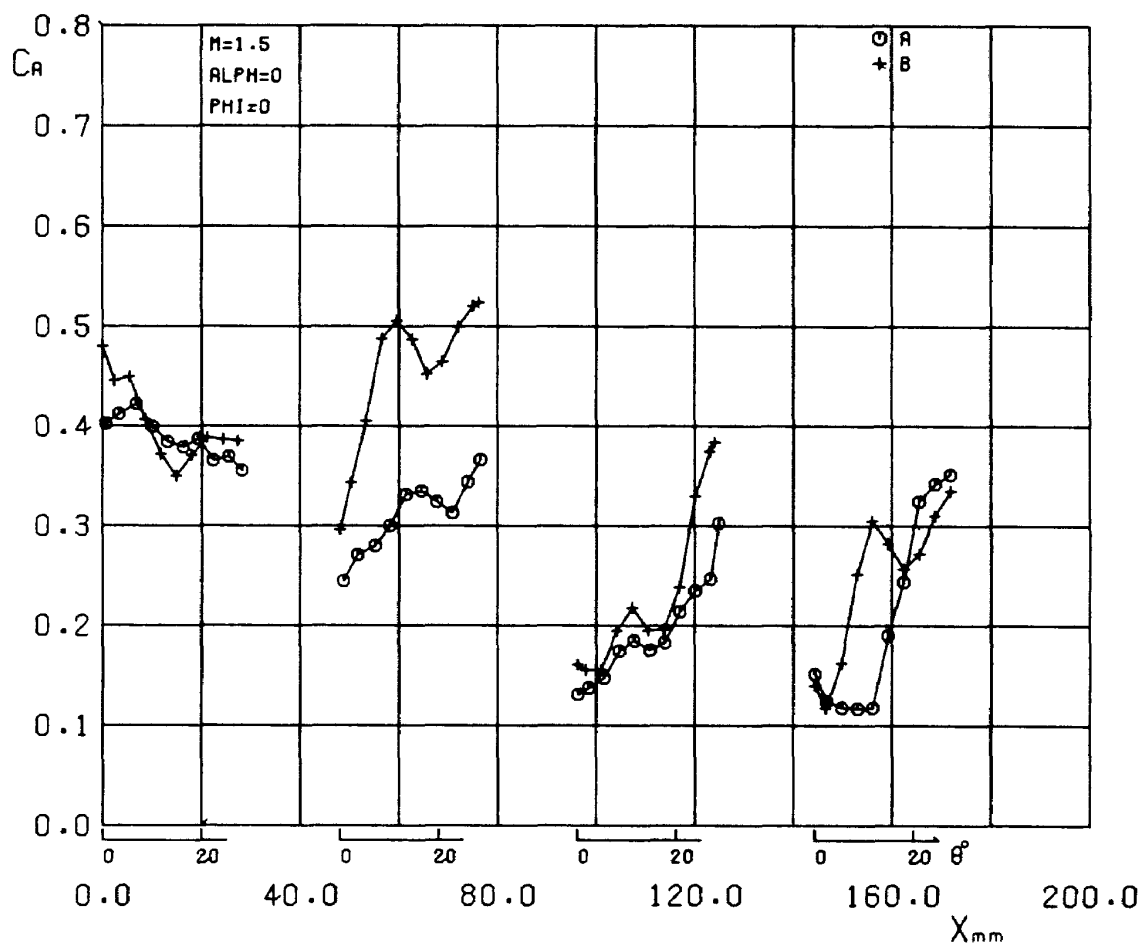


図 29 軸力係数～移動距離 (マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

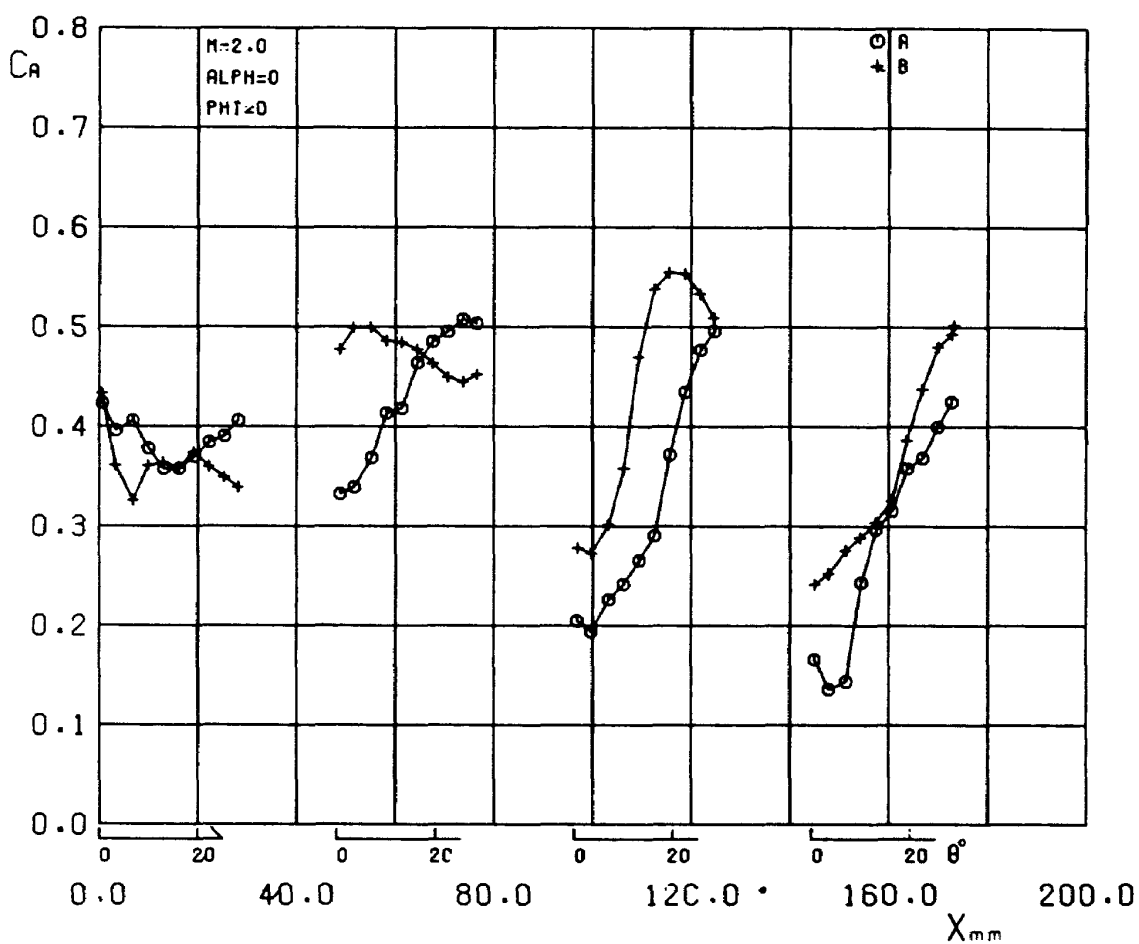


図 30 軸力係数～移動距離 (マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0° , A 列と B 列比較)

I, A-II, B-II の場合について、迎角を -10° , -5° , 0° , 5° , 10° に、バンク角を 0° , -45° , -90° とそれぞれ設定し分離試験を行なった。

結果は、 C_N , C_m , X_{CPN} , C_A , C_Y , C_{NB} , C_{LB} をそれぞれ縦軸として、迎角を横軸に取り、バンク角をパラメータとして、線間当り分離角が 20° になる様に取り図示した (図31～図86)。

模型全体の迎角およびバンク角を変えた試験では、主胴体と補助ロケットとの相対位置によっては迎角 0° の場合に比べかなり主胴体の影響も受ける様になってくる。特に補助ロケットが主胴体の下流側になるときにその影響が顕著になる。

垂直力係数 (C_N) については図31～図38に示した。マッハ数および相対位置により C_N の値そのものの大きさは異なるが、迎角およびバンク角の変化に対する傾向は類似している。即ち、バンク角 0° の結果からは次のことがわかる。比較的迎角の小さい $\alpha = -5^\circ$ および 5° ではすべてのマッハ数および相対位置に対して、また $\alpha = -10^\circ$ でも $M = 1.3$ の A-II, B-II, $M = 1.5$ の B-II については、それぞれ対応する試験状態での $\phi = 0^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ の $C_N \sim \theta$ 曲線を横軸方向に平行移動させることにより両者の曲線を一致させることができる。その平行移動の量は $\alpha = -10^\circ$ では右方へほぼ $6^\circ \sim 7^\circ$, $\alpha = -5^\circ$ で 3° 前後, $\alpha = 5^\circ$ で $-4^\circ \sim -2^\circ$ である。また、それ以外の $M = 1.1$ の A-I, $M = 1.3$ の A-I, $M = 1.5$ の A-I, A-I, A-II, $M = 2.0$ の A-I の場合でも、分離角がある程度大きな所では同様にして $\phi = 0^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ の曲線と一致させることができるが、分離角の小さい範囲では X の大きな A-III あるいは A-IV での $\phi = 0^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ の $C_N \sim \theta$ 曲線を平行移動させることにより両曲線をほぼ重ね合わせることが出来る。また、その平行移動の量は単に気流との相対角度が一致する角度分だけ移動させても重ね合わせることが出来ないで、実験的にその量を知る必要がある。 $\alpha = 10^\circ$ では分離角の大きな所については同様な手続きで $\phi = 0^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ の $C_N \sim \theta$ 曲線と一致させることができるが、分離角の小さな所では主胴体の影響が大きく C_N の増分は負の迎角範囲での値より総じて小さく極く緩やかであり、ケースによっては C_N の増分が負になる時もある。しかし、バンク角 0° では総本的に云って分離角が極く 0° に近い所を除いて、迎角が大きくなるに従って補助ロケットと気流との相対角度が大きくなるので、迎角が増えるに従って C_N の値は同じ分離角で比べると増加する傾向をもっている。

バンク角 -45° の時は、 $\alpha = -5^\circ$ および 5° ではバンク角

0° の時と同様に対応する試験状態での $\phi = 0^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ の $C_N \sim \theta$ 曲線を適宜に平行移動することにより両曲線をほぼ一致させることができる。 $\alpha = -10^\circ$ では干渉量が多い為に相対位置がさらに後方に移動した時の結果の中から類似した曲線をみつけることができる。 $\alpha = 10^\circ$ では主胴体の影響が入ってくるので、 θ の小さい所では類似の曲線をみつけることは困難であるが、 θ が $5^\circ \sim 30^\circ$ ぐらいの範囲に限れば同様の手続きで類似した曲線部をもった $C_N \sim \theta$ 曲線をみつけることは可能である。また、バンク角 0° のときと同様 -45° でも分離角が大きな所で C_N の増分が減少する傾向にある。これは参考文献⁶⁾および⁷⁾でのロケット模型の大迎角試験結果にみられるごとく、 C_N 曲線はほぼ迎角 40° 近くで変曲点をもち 40° 以上では上に凸の曲線となりその増分が減少している結果と符合する。

バンク角 -90° の時は、 $\alpha = -5^\circ$ および 5° では $\phi = 0^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ の時の $C_N \sim \theta$ 曲線とはほぼ一致するか、あるいは極く僅かに平行移動することで両者を一致させることができる。 $\alpha = -10^\circ$ および 10° では分離角の大きな所では同様に $\phi = 0^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ の曲線と一致するが、 $\theta = 0^\circ$ で C_N が正の値となっており、隣接した補助ロケットが気流に対し上下非対称となるためこの時には横方向にも力が作用している。バンク角 -90° の場合は、力を測定する補助ロケットは真横になり模型は上下対称となる。従って、迎角 -10° と 10° , -5° と 5° では C_N に関しては同じ値となるはずである。試験結果をみると、変角機構に若干のガタがあった為に変角した補助ロケットに若干の偏倚が存在し、分離角が零に近い所では必ずしもそうになっていないが、分離角がある程度大きな所では同一分離角での C_N の値を結んでいくと $\alpha = 0^\circ$ のときを極小値としてほぼ左右対称となっていることがわかる。

以上のことから、各マッハ数および相対位置に於ける $\phi = 0^\circ$, $\alpha = 0^\circ$ の $C_N \sim \theta$ 曲線を基にして、それを適宜に平行移動させることによって迎角およびバンク角が変った時の結果と大略において一致させることが出来ることが分かったので、節を改めて各曲線の数式化を図り実際に試験結果を利用するに当たって便利な様にした。

次に、バンク角の変化に依る傾向をみると、 $\alpha = -10^\circ$, -5° では $\phi = 0$, -45° , -90° の順で気流との相対角度が大きくなるので、 C_N の値もそれに従って大きくなっているが、 $\alpha = 5^\circ$, 10° では主胴体の影響が顕著になってくるので一定した傾向はみられない。 $\alpha = 0^\circ$ では、バンク角が 0° , -45° , -90° とどの場合でも気流に対

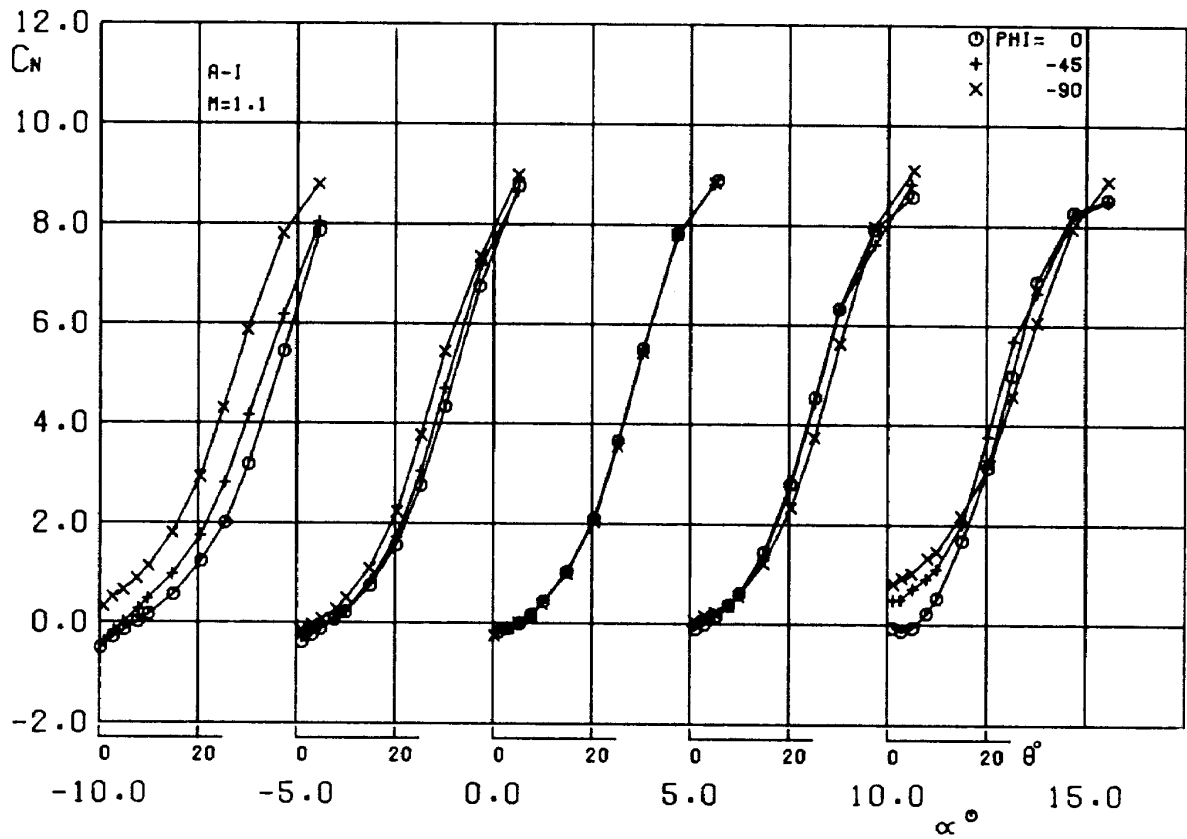


図 31 垂直力係数～迎角 (相対位置 A-I, マッハ数 1.1, バンク角による比較)

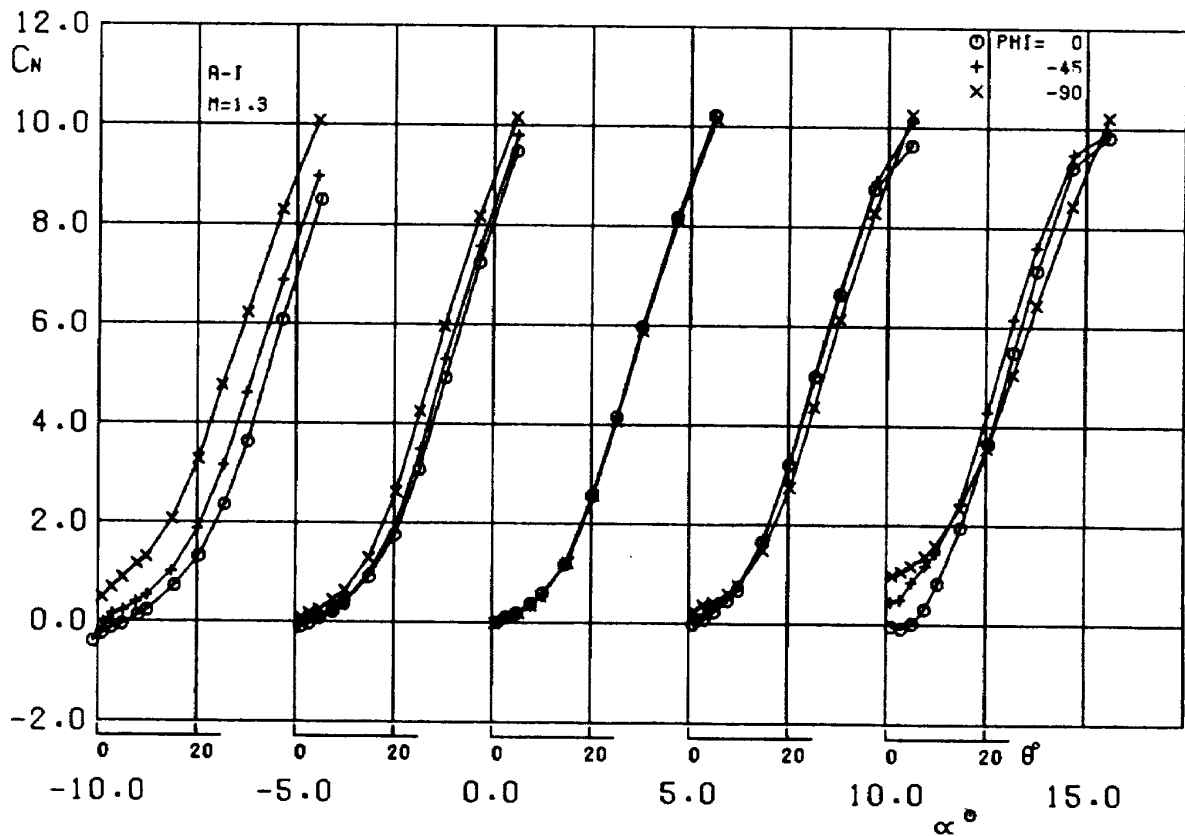


図 32 垂直力係数～迎角 (相対位置 A-I, マッハ数 1.3, バンク角による比較)

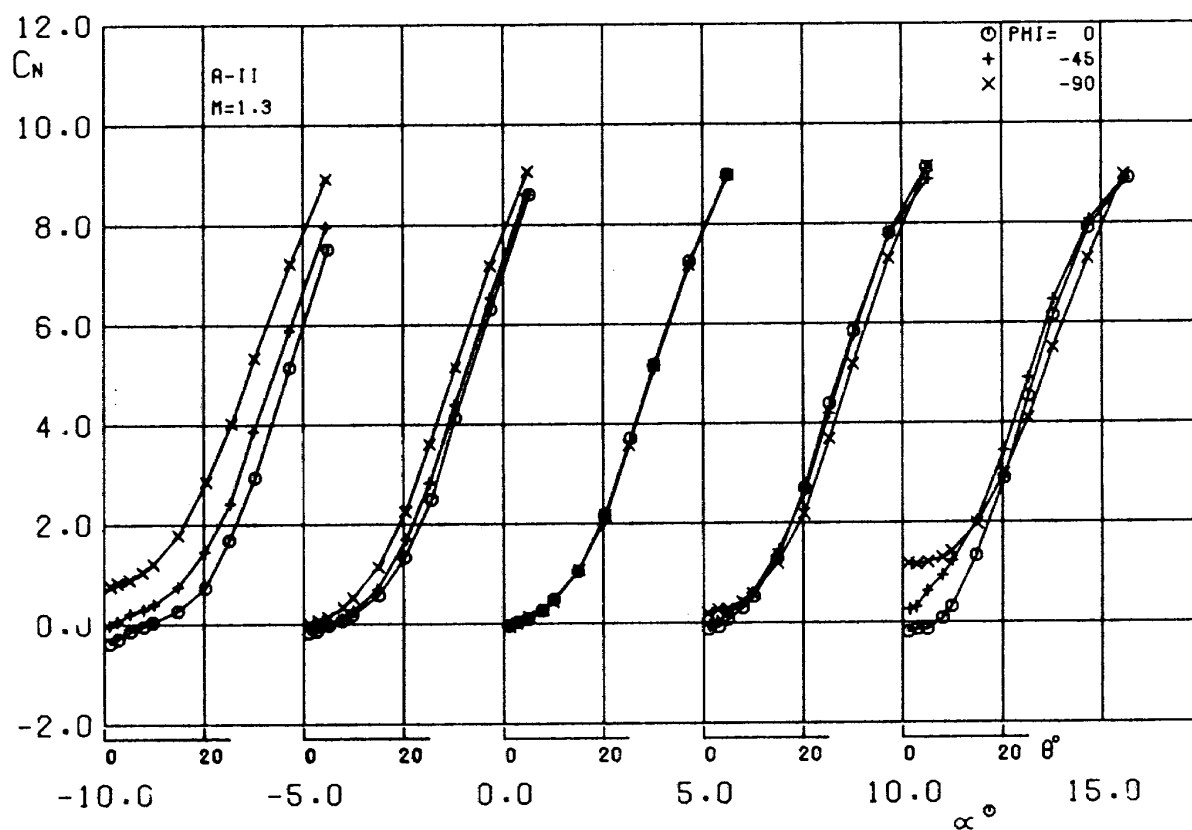


図 33 垂直力係数～迎角（相対位置 A-II，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

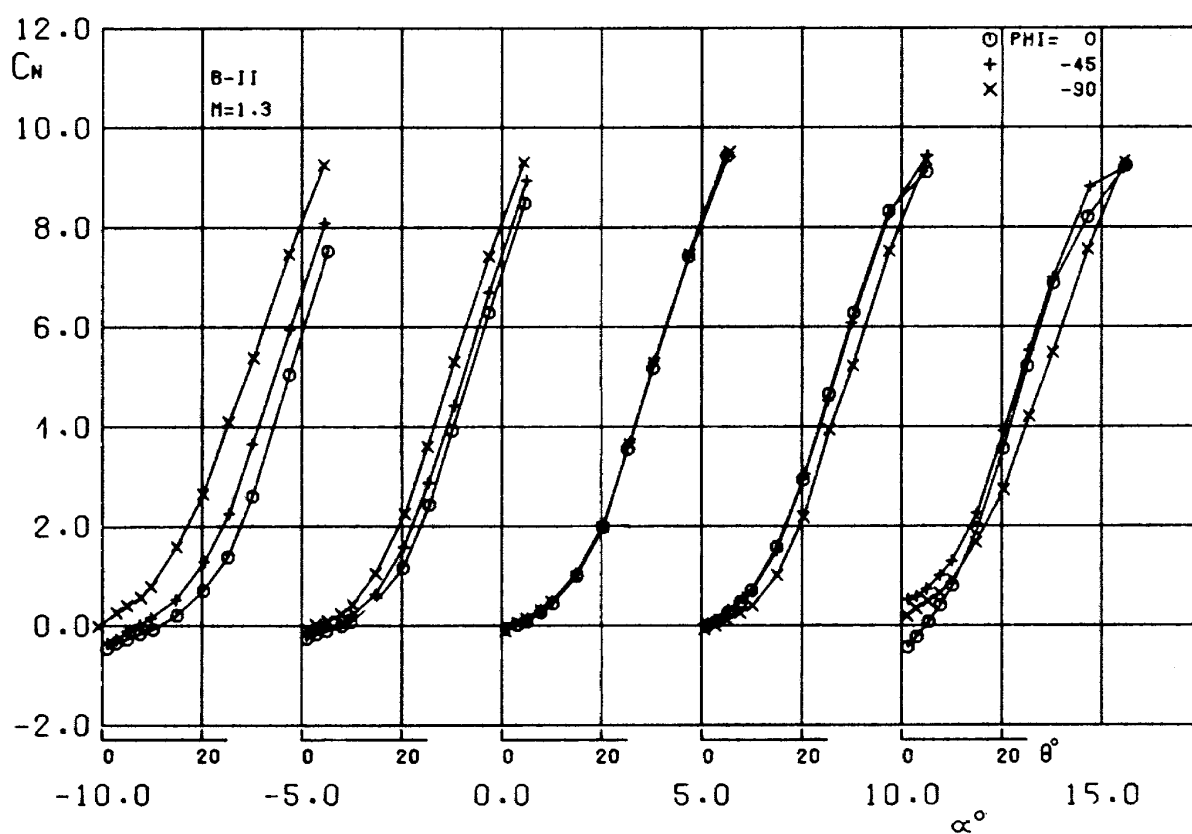


図 34 垂直力係数～迎角（相対位置 B-II，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

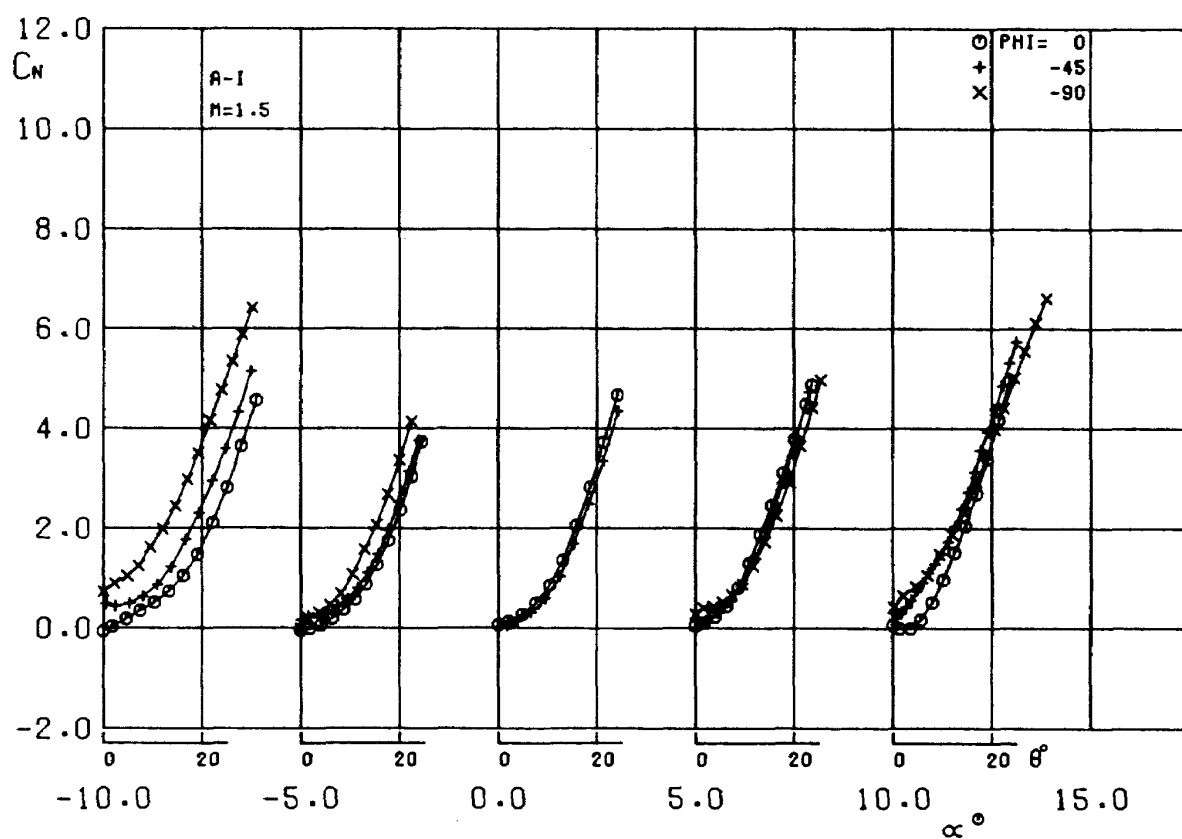


図 35 垂直力係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

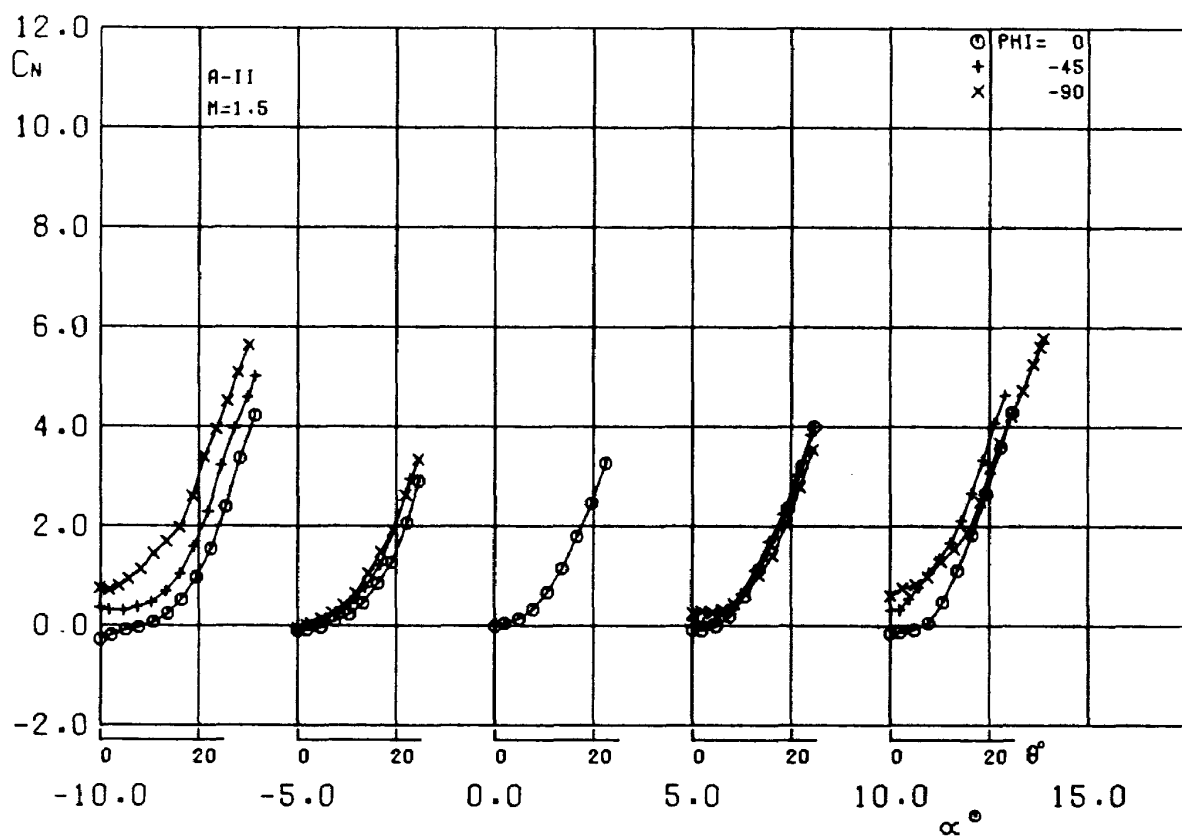


図 36 垂直力係数～迎角（相対位置 A-II，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

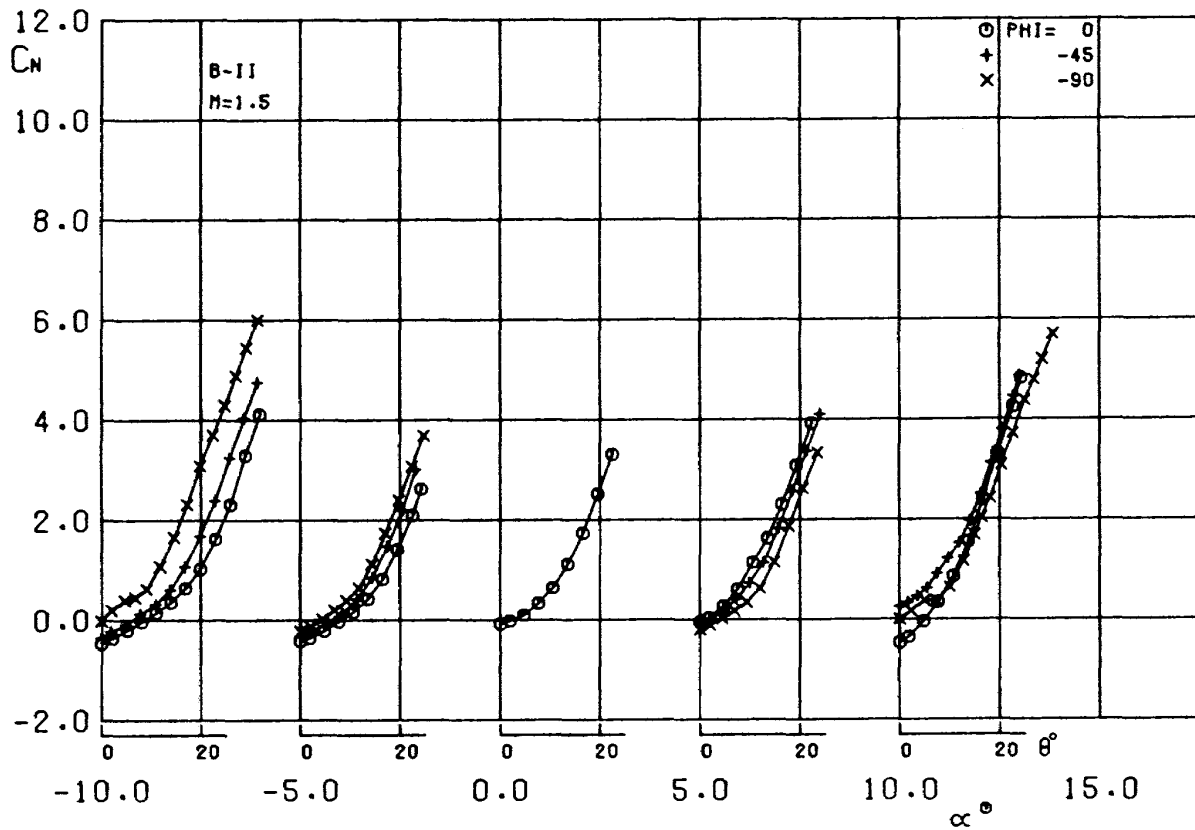


図 37 垂直力係数～迎角（相対位置 B-Ⅱ，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

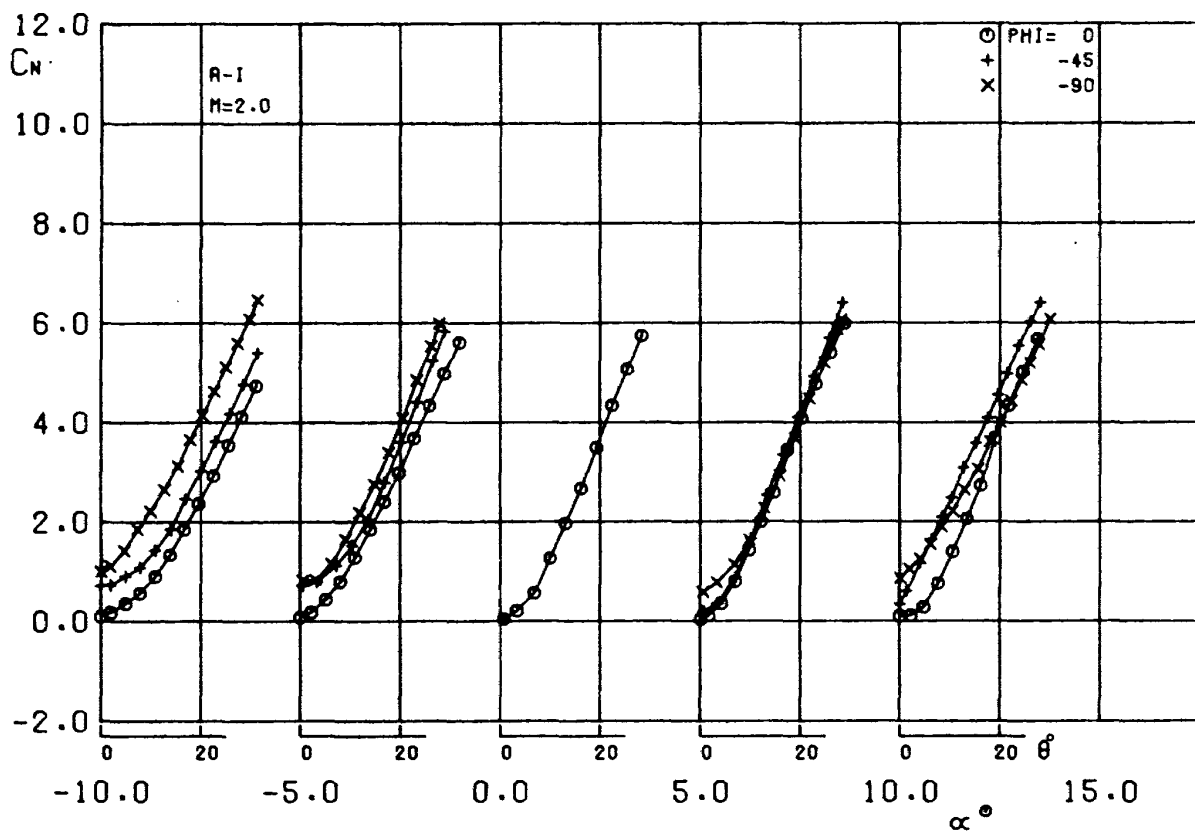


図 38 垂直力係数～迎角（相対位置 A-Ⅰ，マッハ数 2.0，バンク角による比較）

しては同一条件になるので、 C_N は同一曲線上にならなければならないが、結果をみるとかなり良い一致を示しており、本試験装置による試験結果の再現性の良い事を示している。

C_m については図39～図46に示したが、 C_N と同様の考察ができる。

X_{CPN} については図47～図54に示した。分離角の小さい範囲では迎角およびバンク角により値に差違がみられるが、分離角が 30° 付近以上では圧力中心はほぼ物体の中心近くに収斂している。

C_A については図55～図62に示した。底面圧力による補正をしないと正確な比較はできないが、総体的にみて $\phi = -90^\circ$ の曲線は迎角に依らずかなり一定のパターンをもっている。 $\phi = 0^\circ, -45^\circ$ では迎角が増すに従って C_A は全体に減少する傾向にある。また、 C_A についても、 $\alpha = 0^\circ$ では $\phi = 0^\circ, -45^\circ, -90^\circ$ と変えても同一曲線上になければならないはずであるが、かなりのバラツキがあり、軸力の取扱いはかなりむずかしい。

C_Y については図63～図70に、 C_{nB} については図71～図78にそれぞれ示した。 C_Y と C_{nB} については、どの場合でもほぼ同じ傾向を持っている。即ち、 $\phi = 0^\circ$ では θ の変角面内で左右対称であるので、横方向には力が働かないはずで、試験結果でもほぼ0になっている。バンク角 -45° と -90° では $\alpha = -10^\circ$ と $10^\circ, -5^\circ$ と 5° では、 C_Y と C_{nB} は符号が異なるだけで絶対値のほぼ等しい結果が得られている。また、この場合、分離角が増すに従って C_Y, C_{nB} の絶対値は増大している。

C_{LB} については図79～図86に示した。 $M = 1.1$ のA-Iの結果だけが C_{LB} もかなり大きな値を示しているが、他の場合は0に近い値を示しており、 C_{LB} は0と考えた方が良いと思われる。

5.4 補助ロケット本数による影響

主胴体および補助ロケット相互の干渉効果を考察するため、マッハ数1.5, 2.0について、補助ロケット単体(SOB)、主胴体と変角する補助ロケットだけの場合(SOB 1)、主胴体と補助ロケットが 90° 毎に4本付いた場合(SOB 4)、さらに補助ロケットが 45° 毎に8本付いた場合(SOB 8)について、 $\phi = 0^\circ, \alpha = 0^\circ$ で試験を行ないその比較を行なった。

C_N については図87と図88に示した。試験マッハ数1.5および2.0ともにSOB単体とSOB 1の場合を比べると後者の方が若干高目の値を示す。これは補助ロケット頭部から出た衝撃波が主胴体表面で反射しそれがSOBに当たり主胴体側のSOB表面の圧力が高くなるためである。さらに、補助ロケットの本数が4本、8本

と増えるに従って C_N の値は大きくなっており、補助ロケットの本数が増えるにしたがって補助ロケット相互の干渉効果が増大することがわかる。

C_m については図89と図90に示した。ほぼ C_N と同様のことが云えるが、SOB単体とSOB 1の結果はほとんど重なっている。

X_{CPN} については図91と図92に示した。SOB単体とSOB 1の場合を比べると、後者の方が X_{CPN} は胴体後方へ移動しており前述した主胴体とSOBとの干渉効果の存在を裏付けている。SOB 1, SOB 4, SOB 8では迎角の大きな所では X_{CPN} はほぼ一致している。

C_A については図93と図94に示した。これについては次節で詳述する。

5.5 軸力について

前述した通り、今回製作した補助ロケット分離試験装置にあっては風洞測定部の大きさによる制限や試験効率の面から力計測を行なった補助ロケットの支持系の回転半径を大きくとれなかったもので、模型後端の支持部に十分な長さの平行部分を取れなかった関係で、その支持系が模型底面部に干渉しその圧力分布をかなり複雑なものにしてしまうことが分った。そこで、軸力係数については底面部圧力も含めて本節でまとめて述べる。

力を計測した補助ロケット後端部の圧力計測は超音速風洞でのみ行なった。測定箇所はノズル後端部の上下2点である(図95)。

まず、補助ロケット本数に依る軸力係数の影響について考察する。

図96と図97にマッハ数1.5と2.0での軸力係数 C_A (□印)と補助ロケットのノズル後端部の2点の圧力係数 C_{P1} (○印, 下側の測定点), C_{P2} (△印, 上側の測定点)を分離角 θ に対し図示した。左から補助ロケット単体(SOB)、主胴体と補助ロケット1本(SOB 1)、さらに補助ロケット4本(SOB 4)および8本(SOB 8)の場合が示してある。補助ロケット単体の場合でも図95に示した2箇所の底面圧測定点 P_1, P_2 での圧力数にはかなりの差違がみられる。 P_2 点での圧力は分離角の小さい所では通常の試験での模型底面部圧力とはほぼ同一である。 P_1 での圧力は一様流静圧より若干低い程度の値を示し、 $M = 1.5$ で圧力係数で0.13, $M = 2.0$ で0.08だけ P_2 点より高い値を示している。これは支持系の形状に起因するもので P_1 側ではノズル直後から支持金具がふくらんでおり、気流を圧縮する作用をするためこの部分の圧力が上昇するからである。主胴体と補助ロケット1本の場合での底面圧は $M = 1.5$ では $\theta = 0^\circ$ に限って

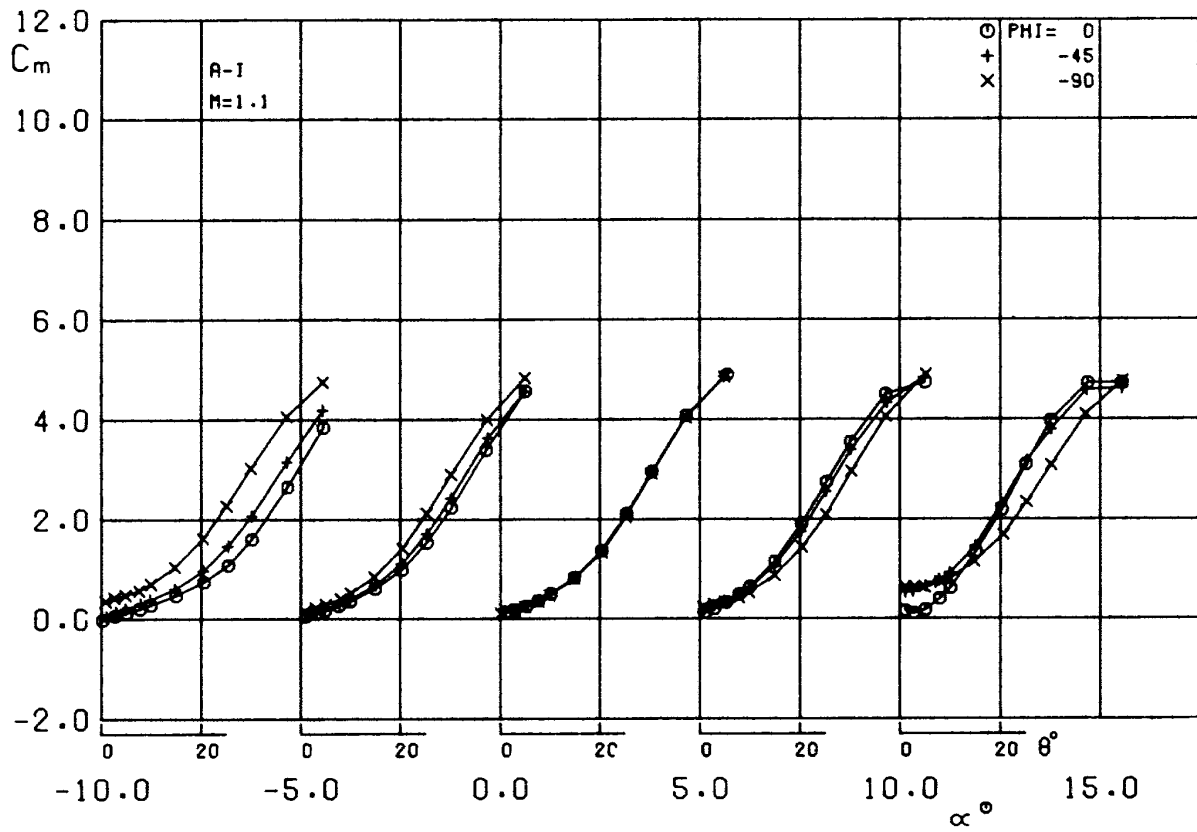


図 39 縦揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-1，マッハ数 1.1，バンク角による比較）

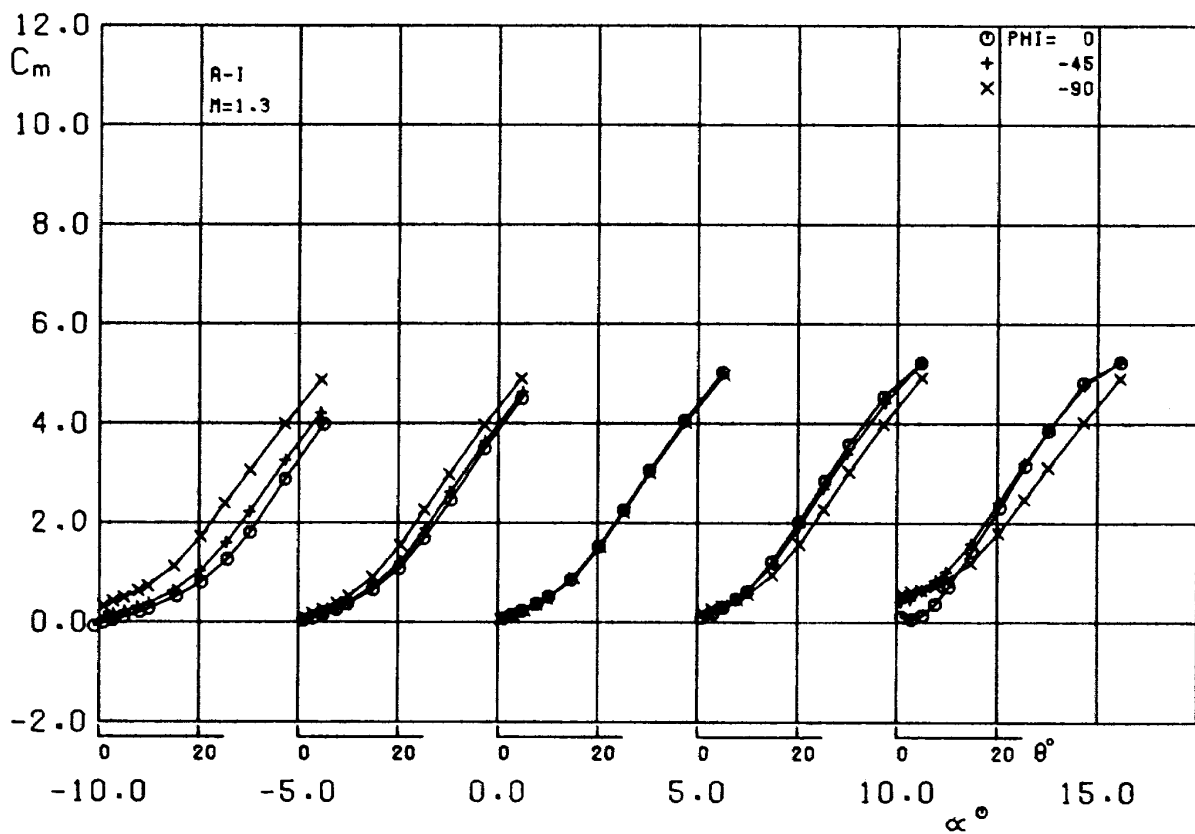


図 40 縦揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-1，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

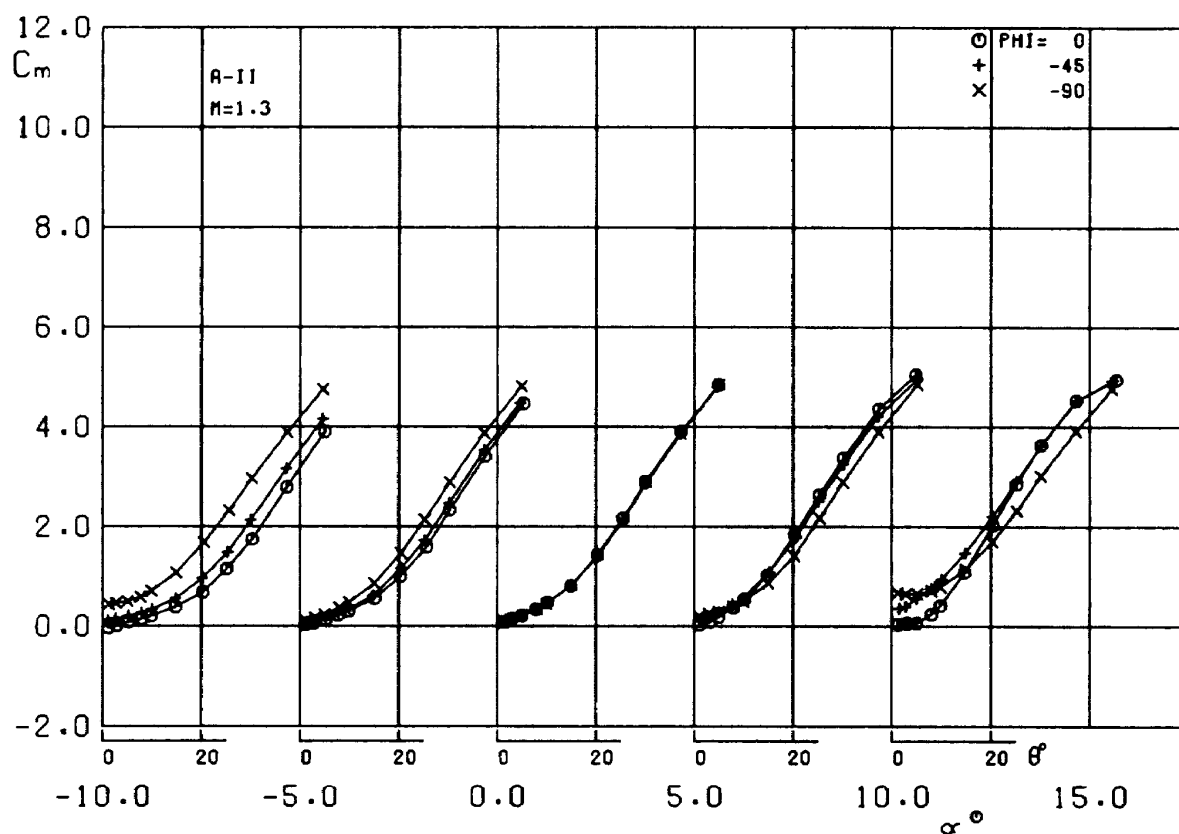


図 41 縦揺れモーメント係数～迎角 (相対位置 A-Ⅱ ,
マッハ数 1.3 , バンク角による比較)

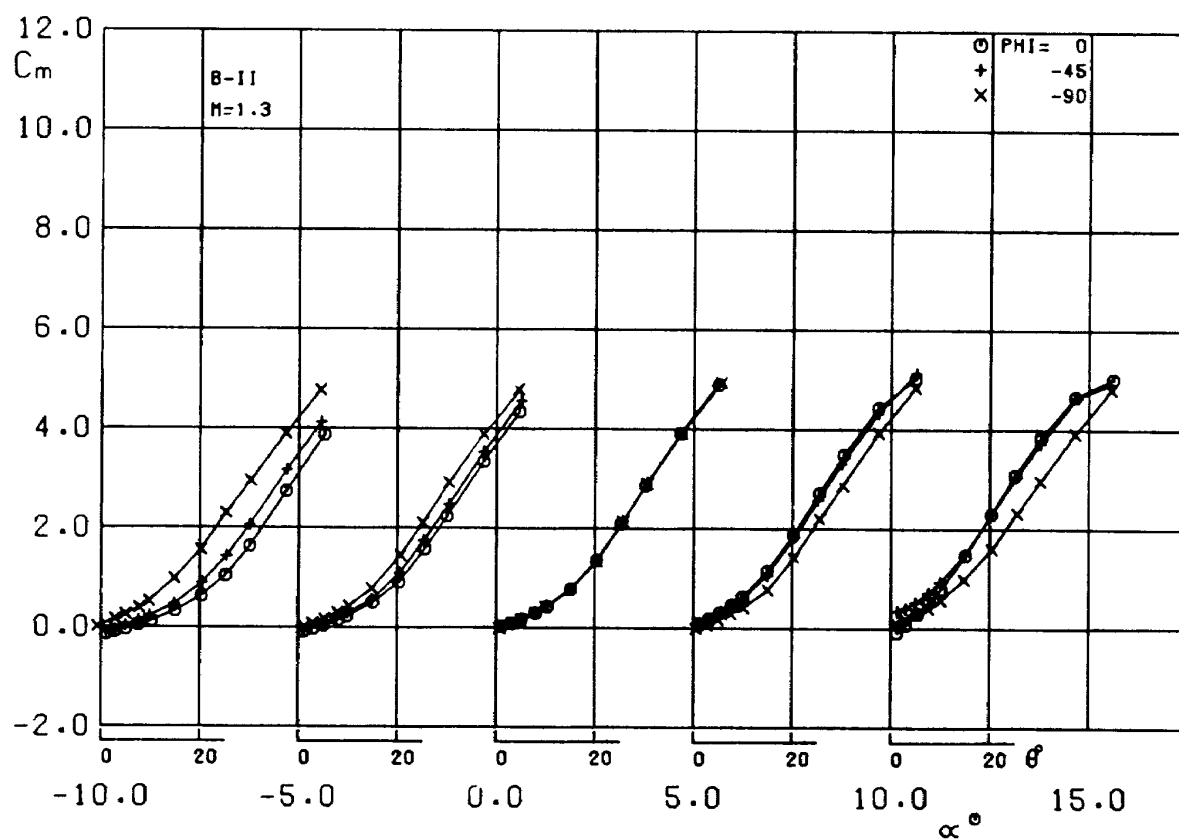


図 42 縦揺れモーメント係数～迎角 (相対位置 B-Ⅱ ,
マッハ数 1.3 , バンク角による比較)

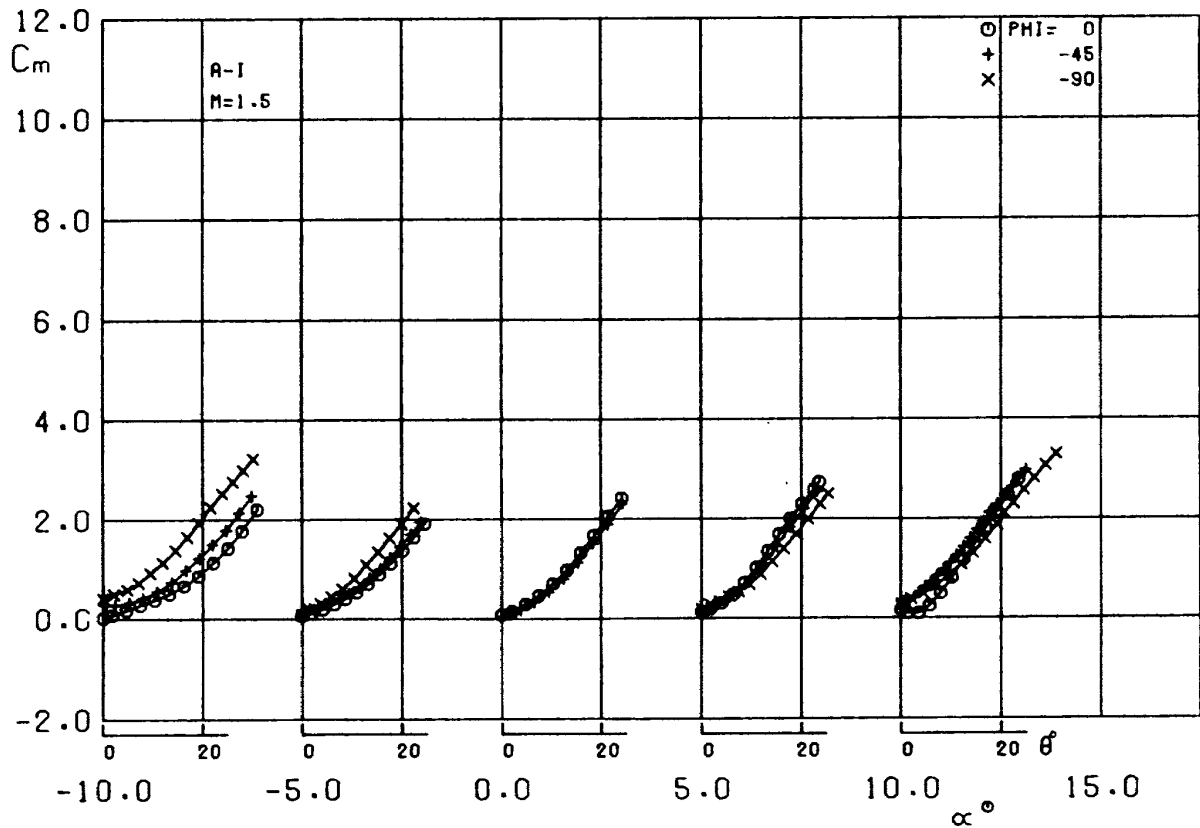


図 43 縦揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

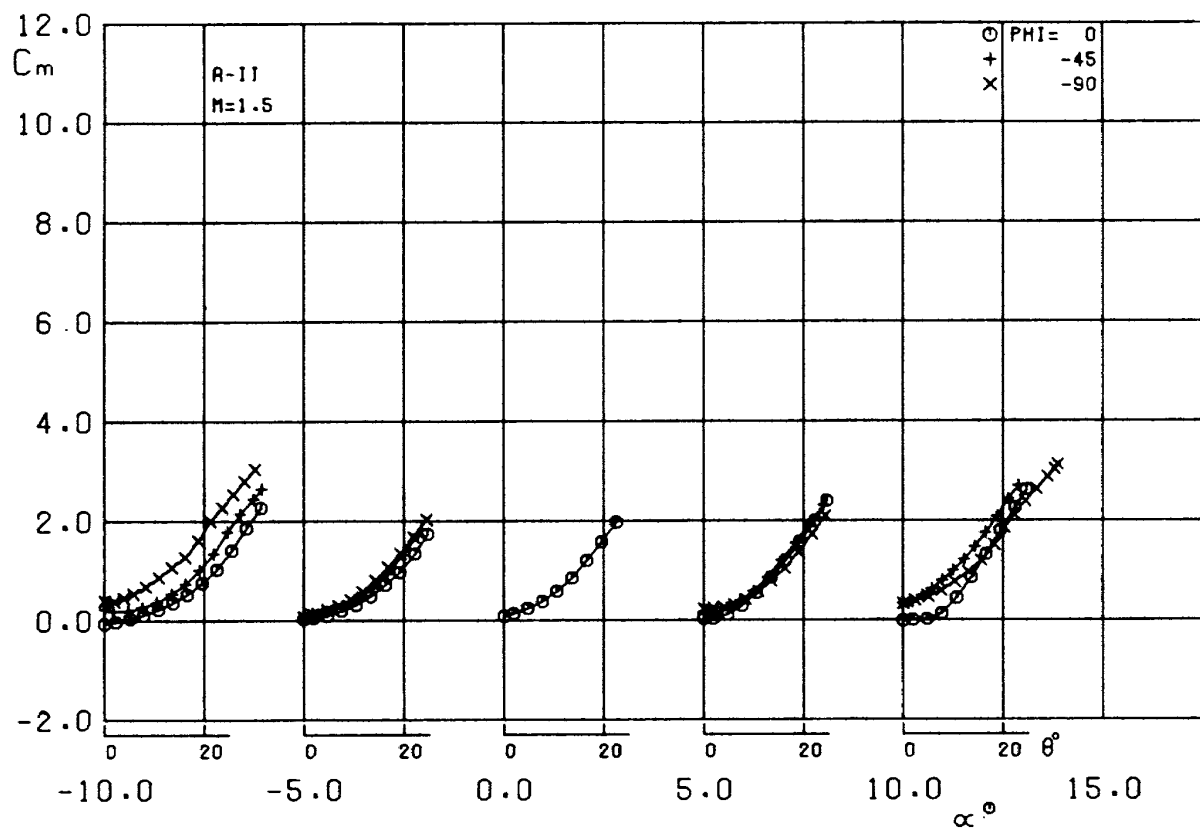


図 44 縦揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-II，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

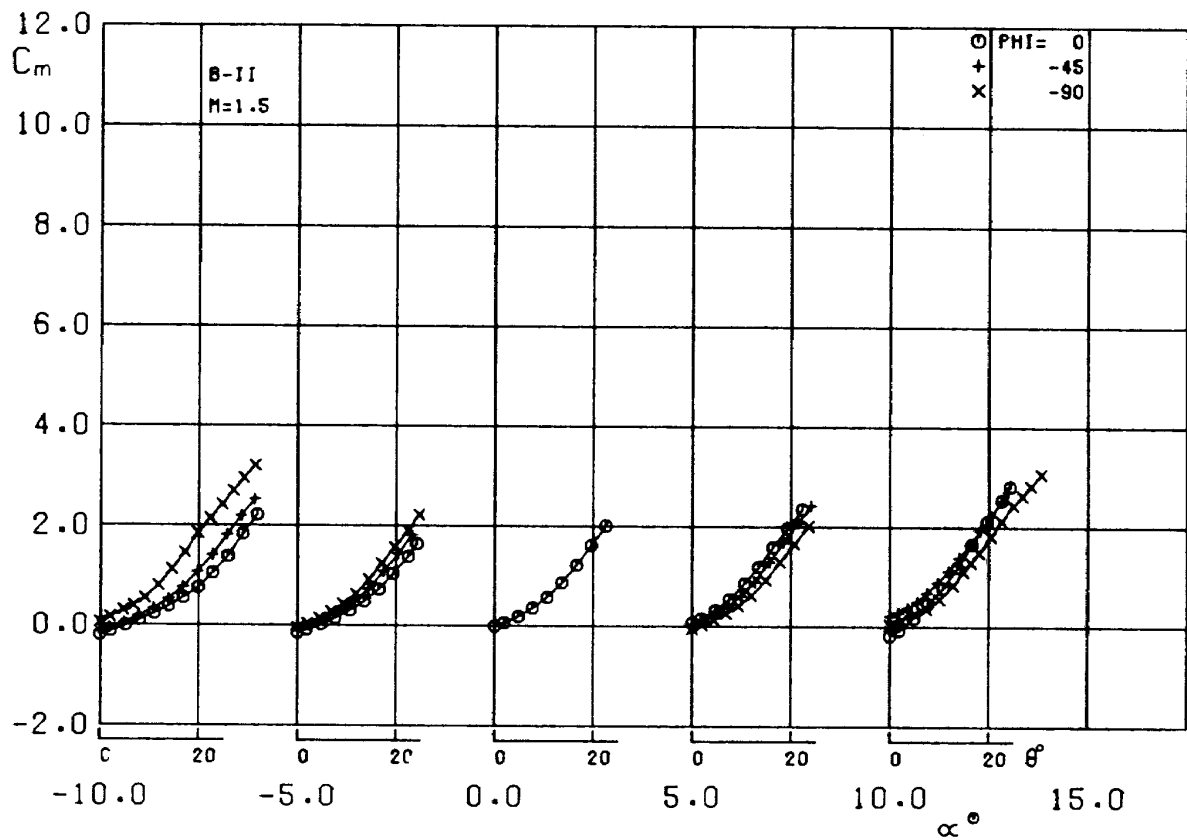


図 45 縦揺れモーメント係数～迎角（相対位置 B-II，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

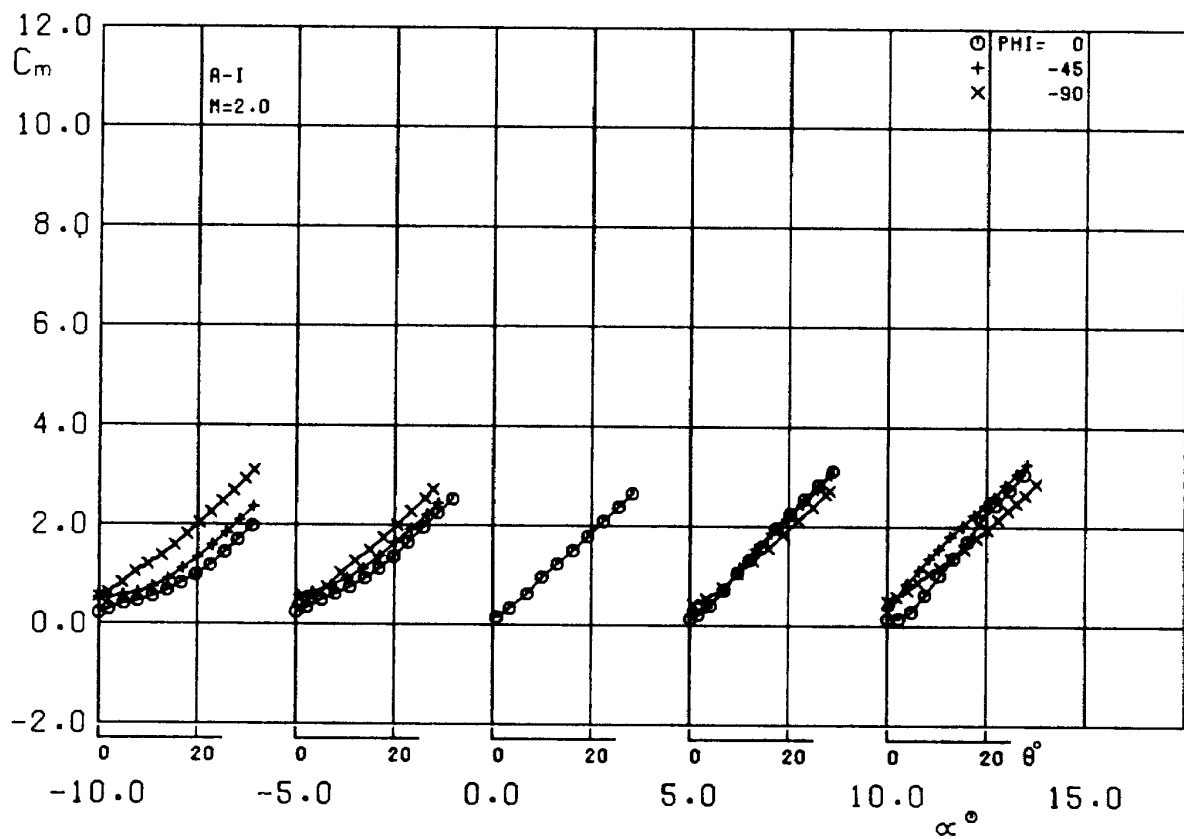


図 46 縦揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 2.0，バンク角による比較）

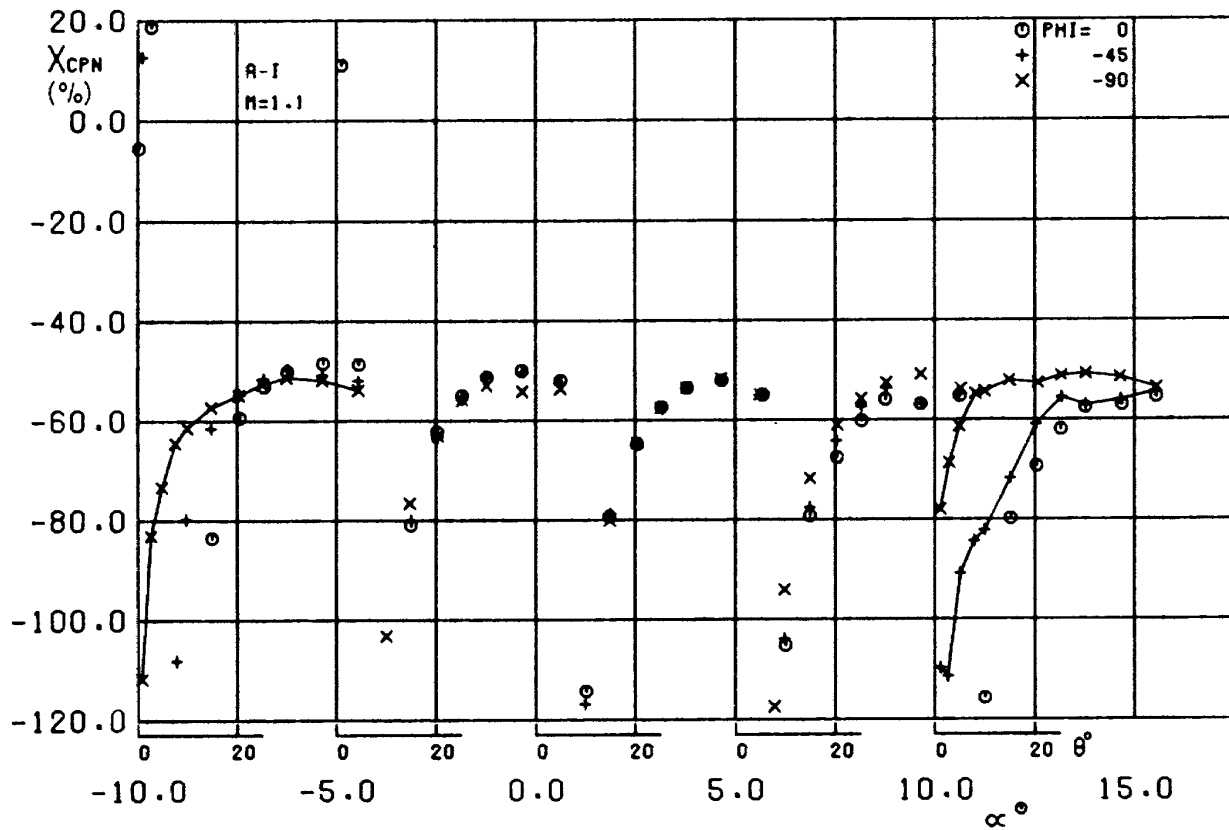


図 47 圧力中心～迎角（相対位置 A-1，マッハ数 1.1，バンク角による比較）

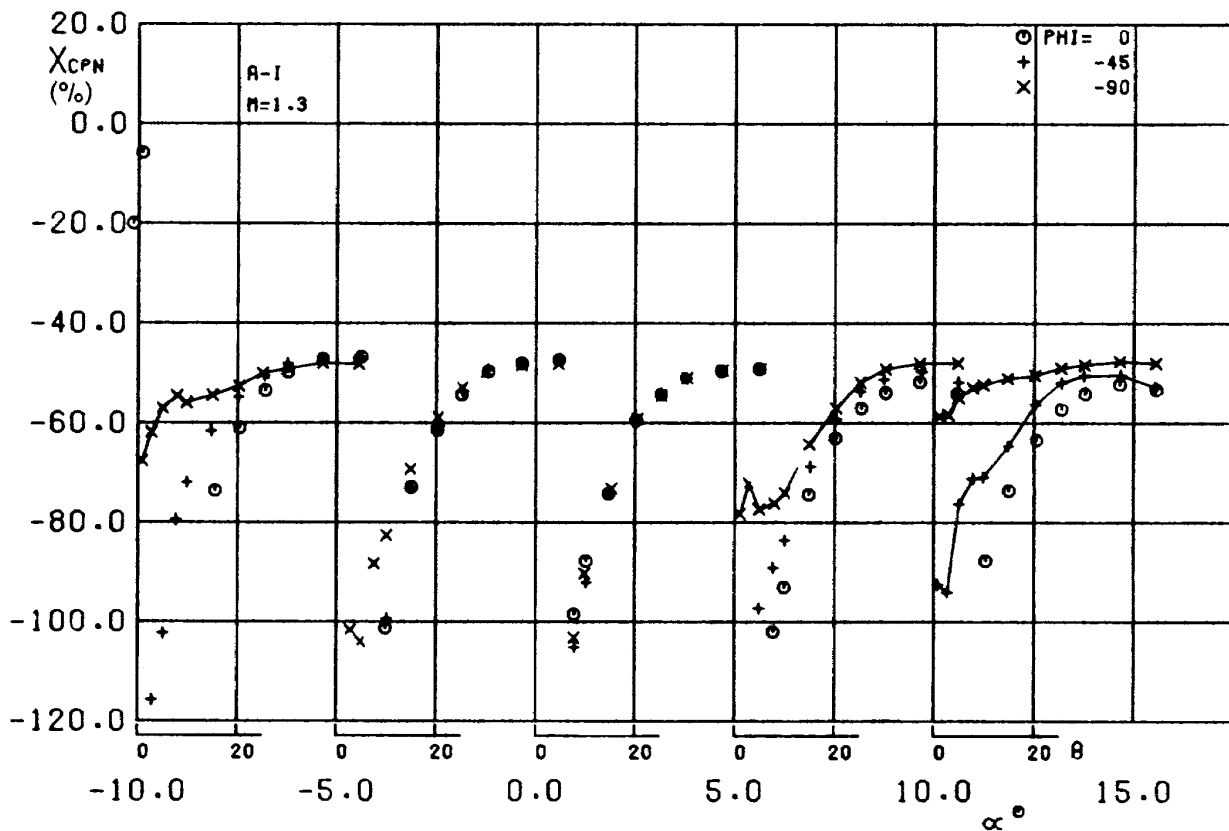


図 48 圧力中心～迎角（相対位置 A-1，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

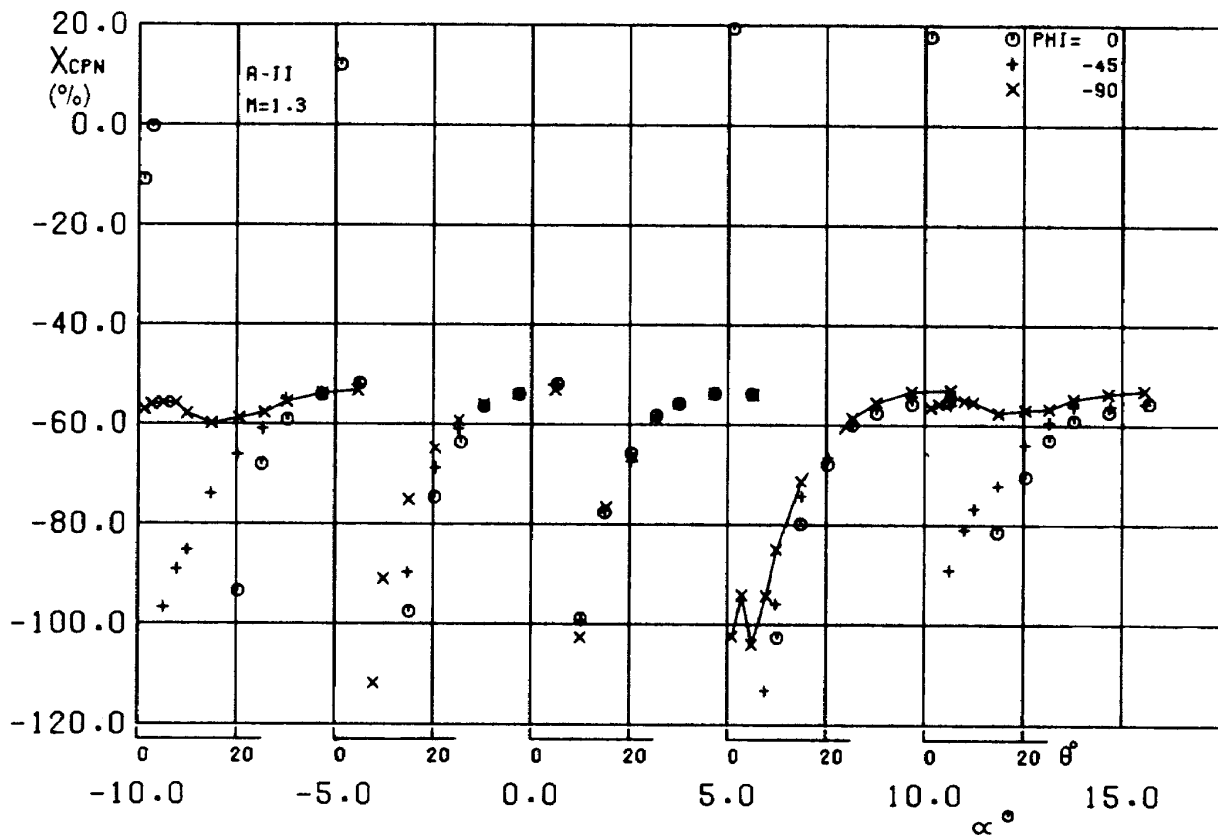


図 49 圧力中心～迎角（相対位置 A-II，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

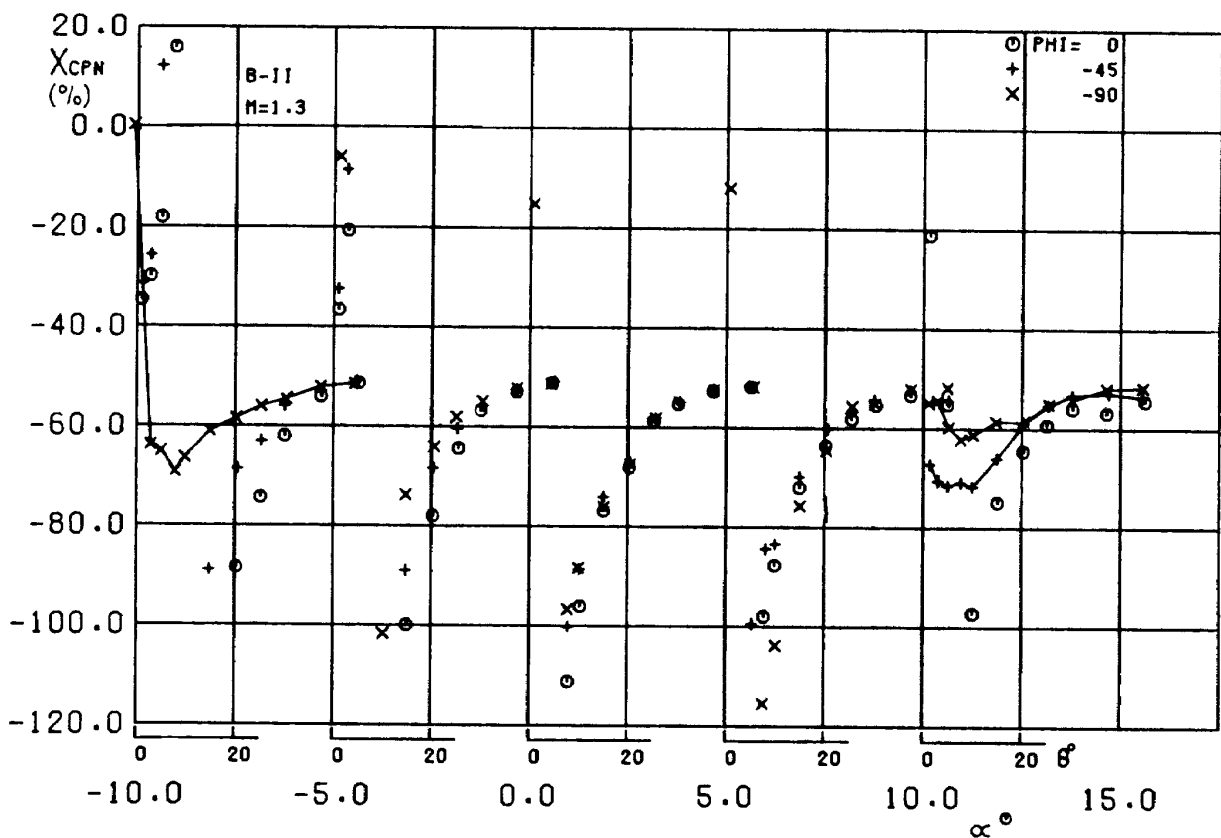


図 50 圧力中心～迎角（相対位置 B-II，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

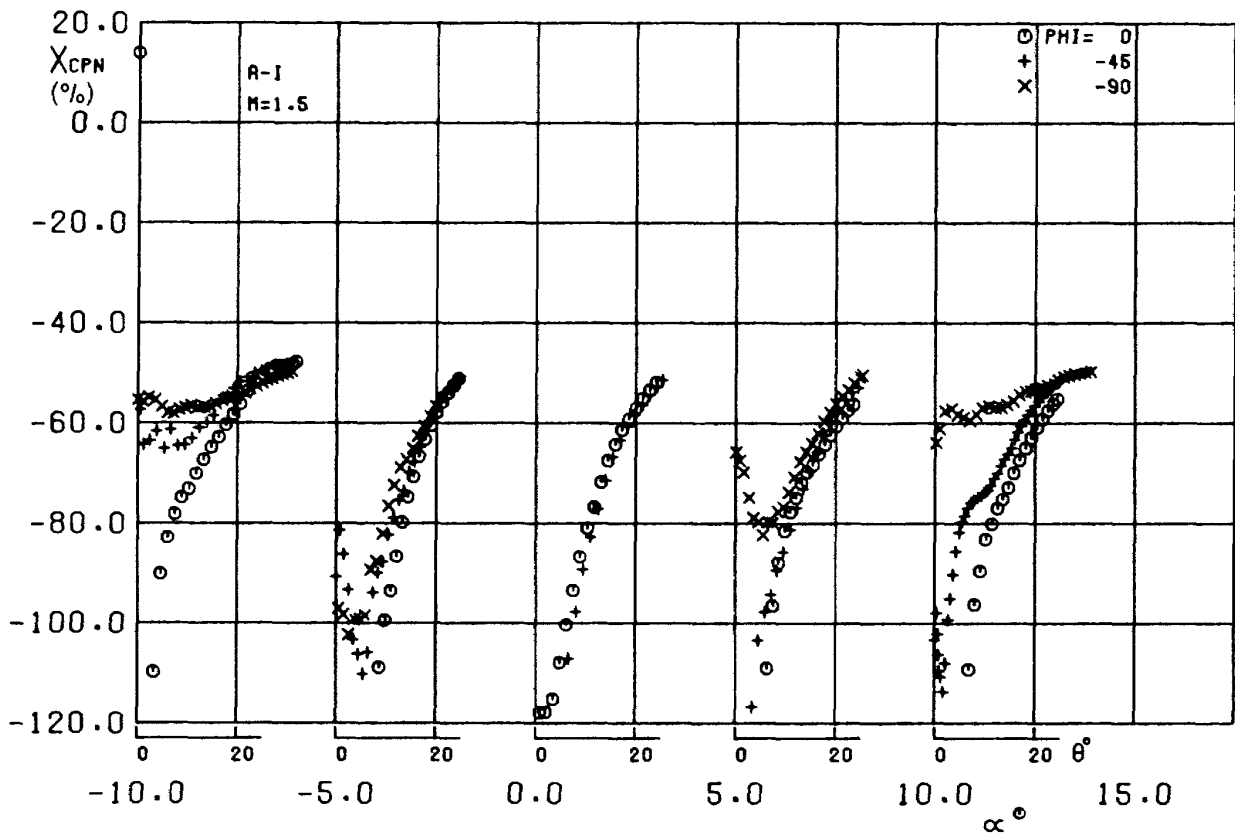


図 51 圧力中心～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

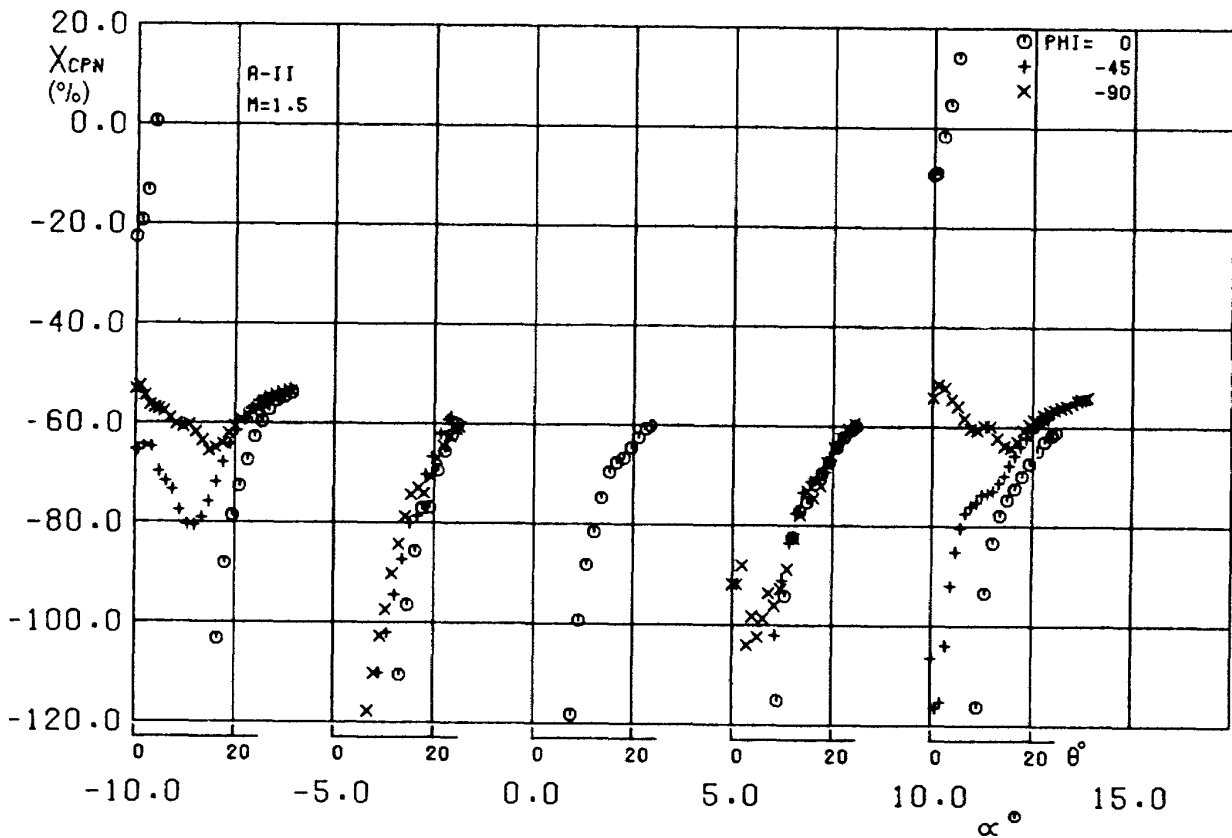


図 52 圧力中心～迎角（相対位置 A-II，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

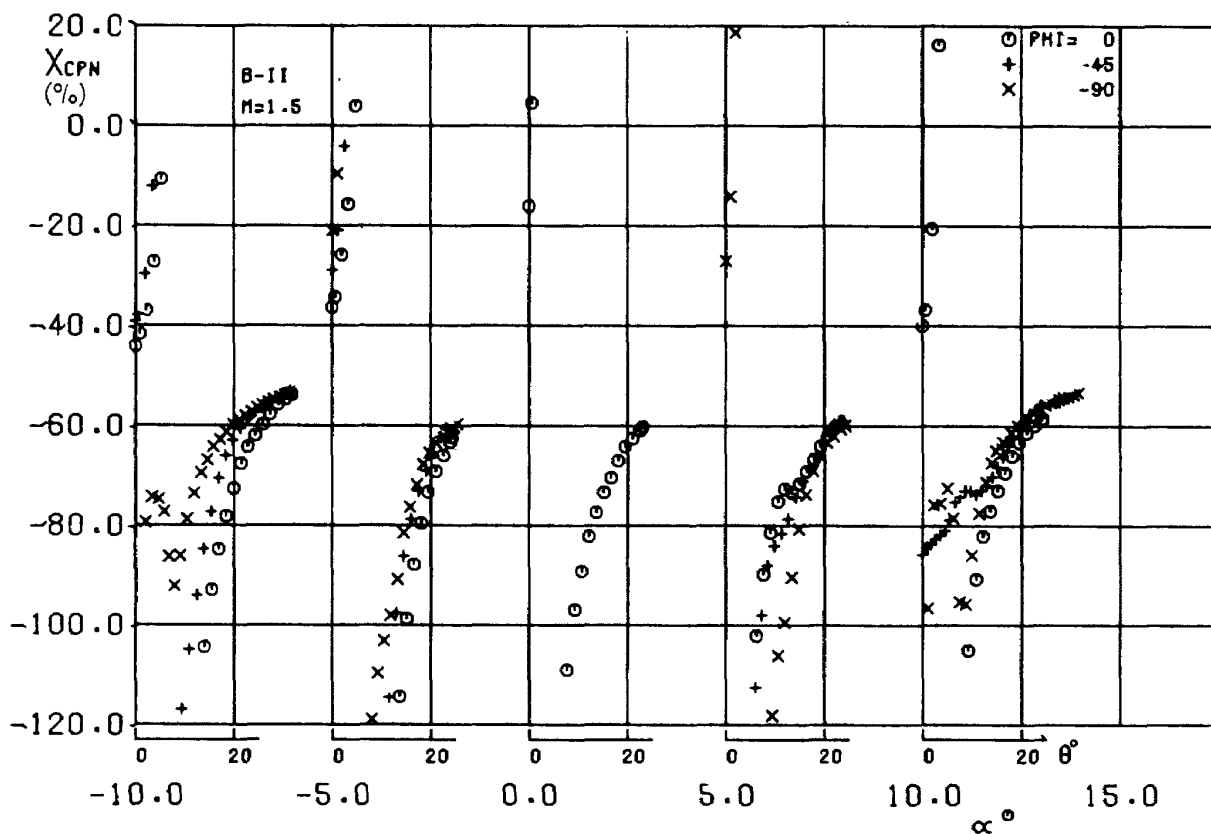


図 53 圧力中心～迎角 (相対位置 B-II , マッハ数 1.5 , バンク角による比較)

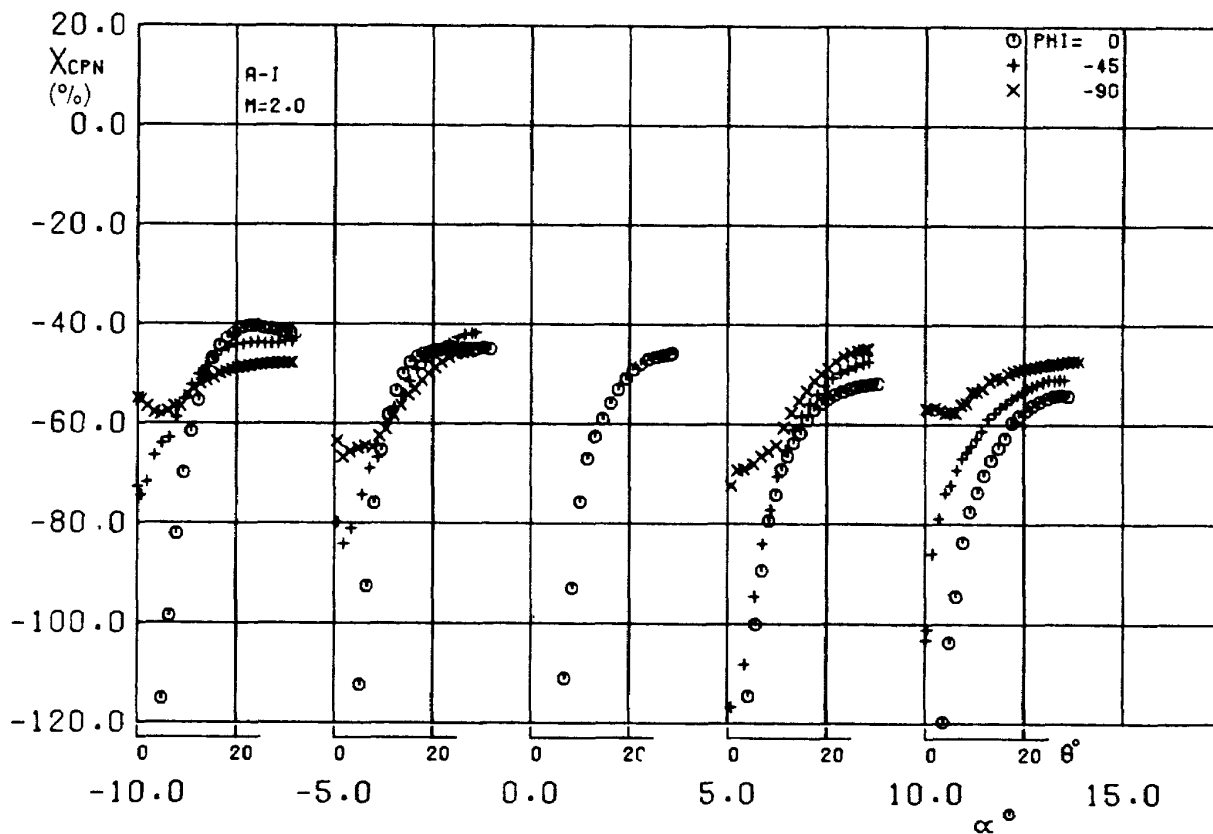


図 54 圧力中心～迎角 (相対位置 A-I , マッハ数 2.0 , バンク角による比較)

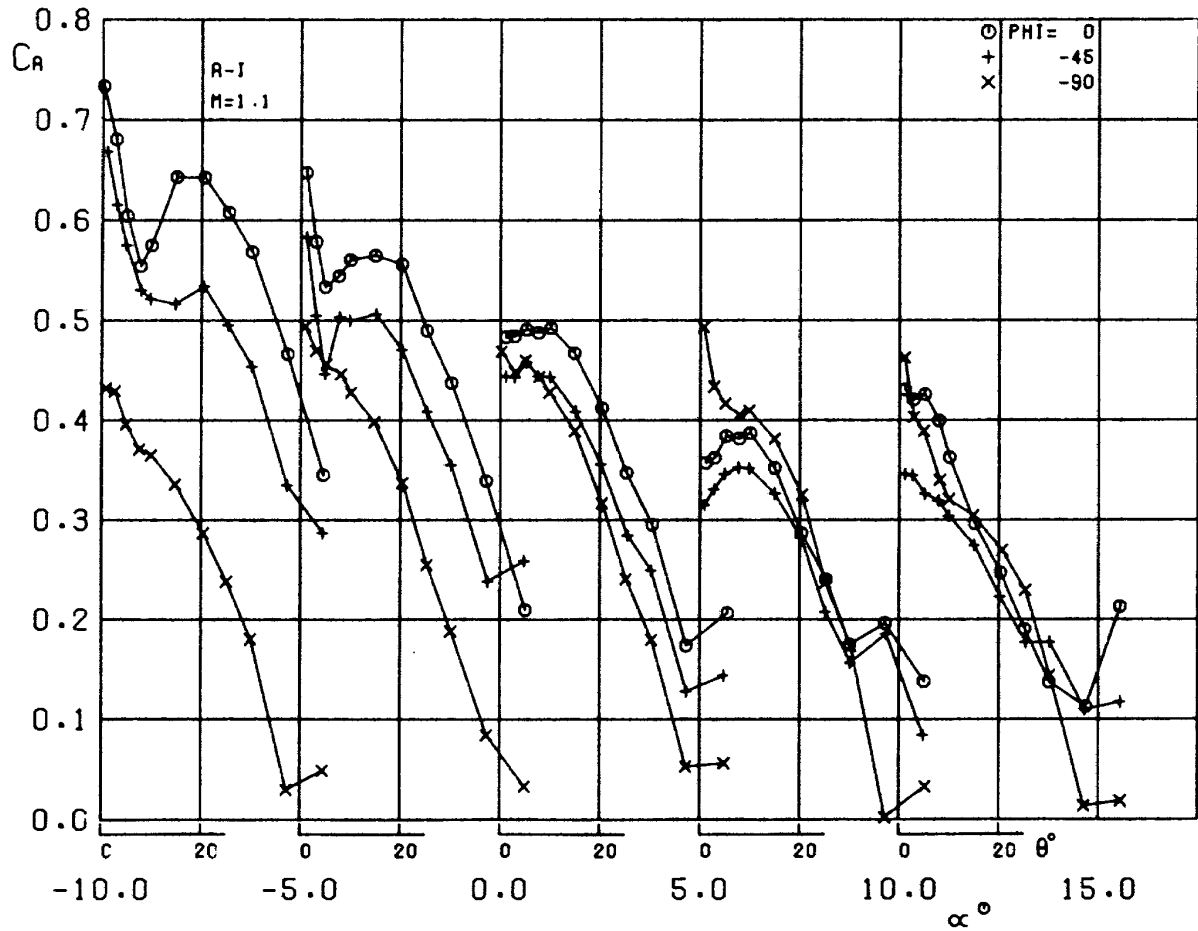


図 55 軸力係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.1，バンク角による比較）

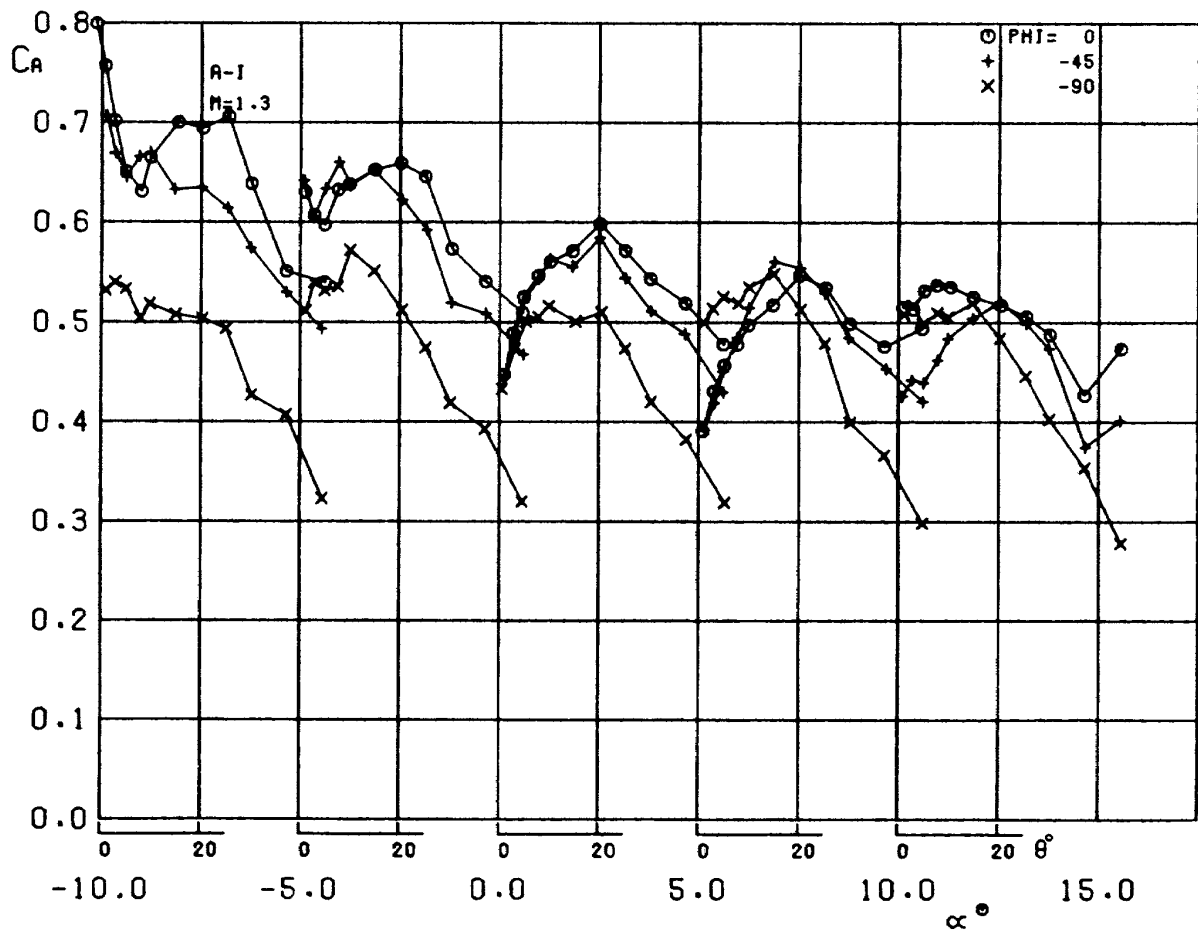


図 56 軸力係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

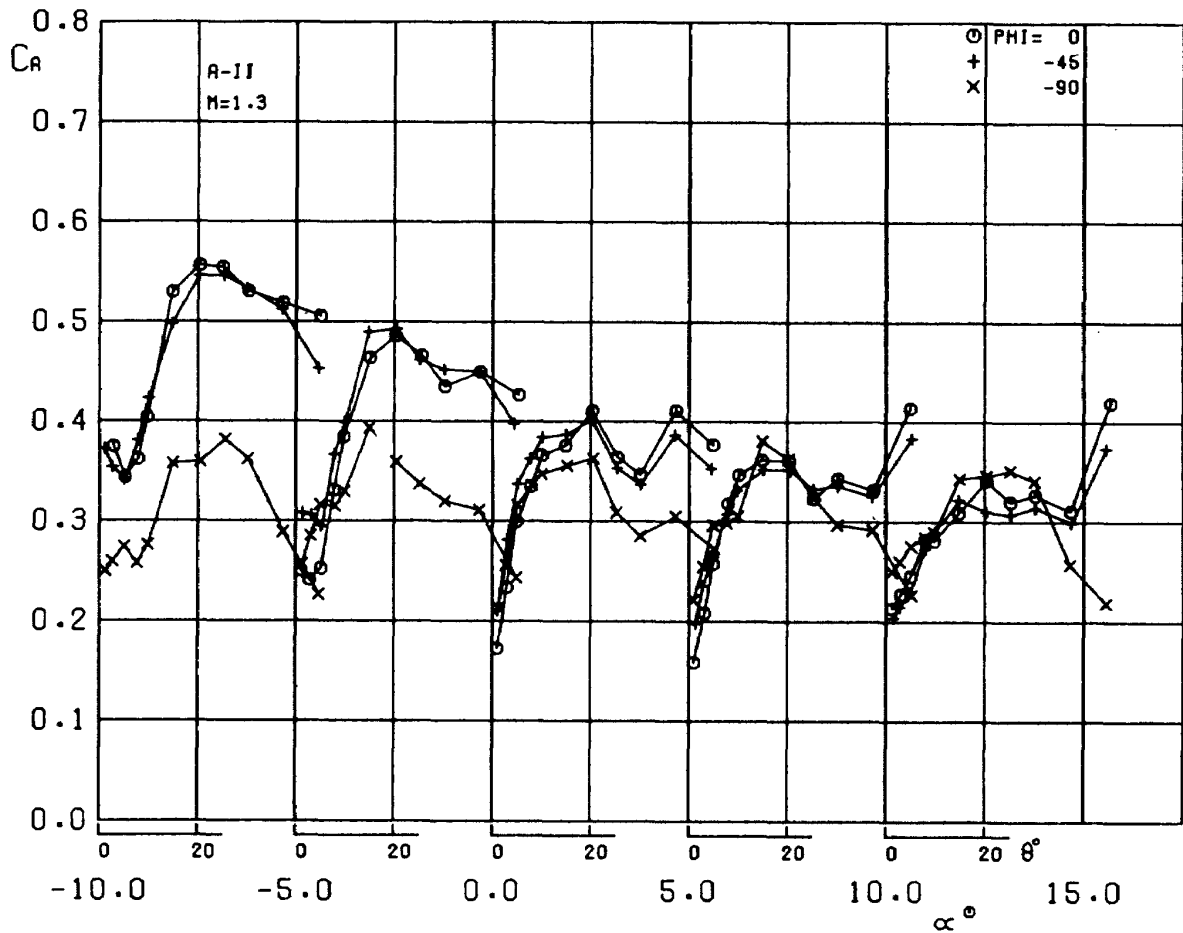


図 57 軸力係数～迎角 (相対位置 A-II , マッハ数 1.3 , バンク角による比較)

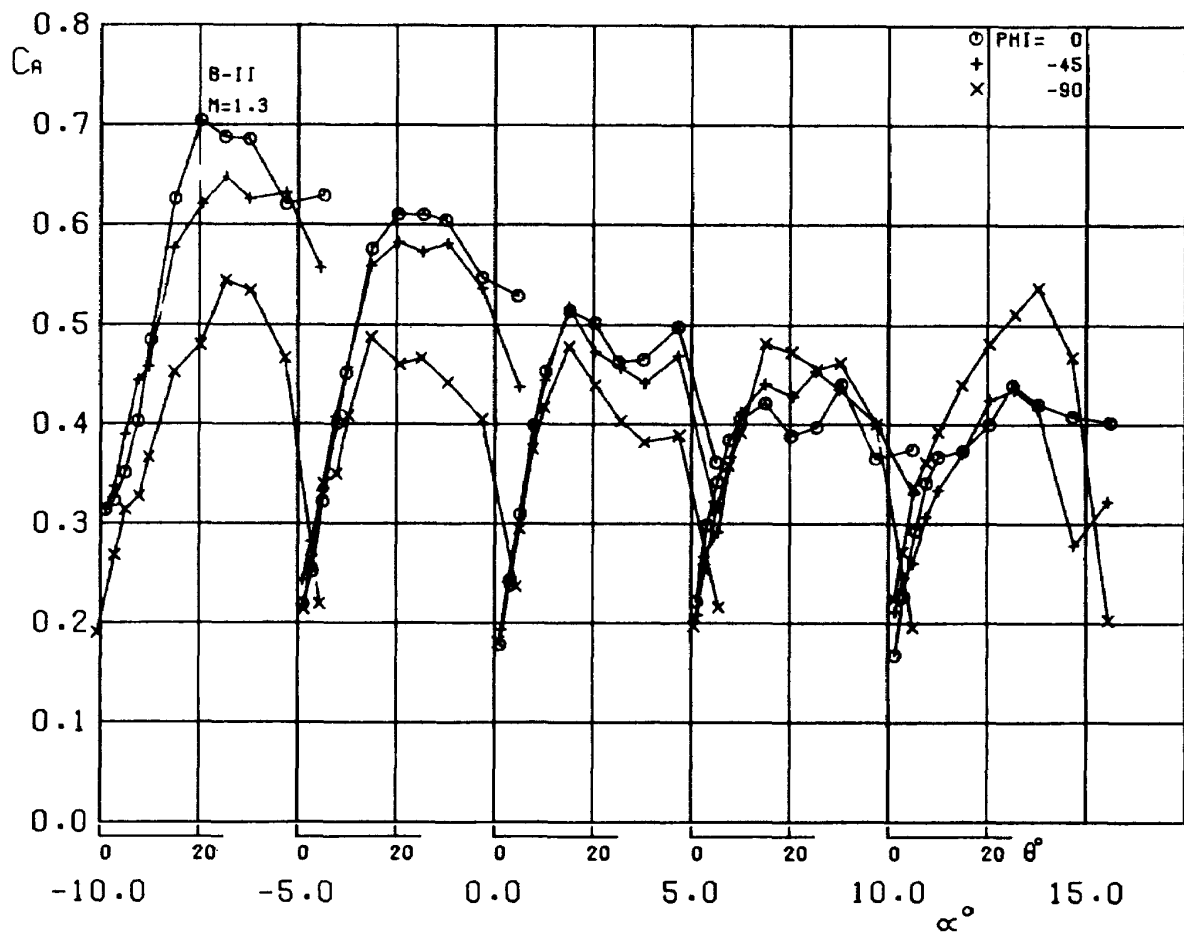


図 58 軸力係数～迎角 (相対位置 B-II , マッハ数 1.3 , バンク角による比較)

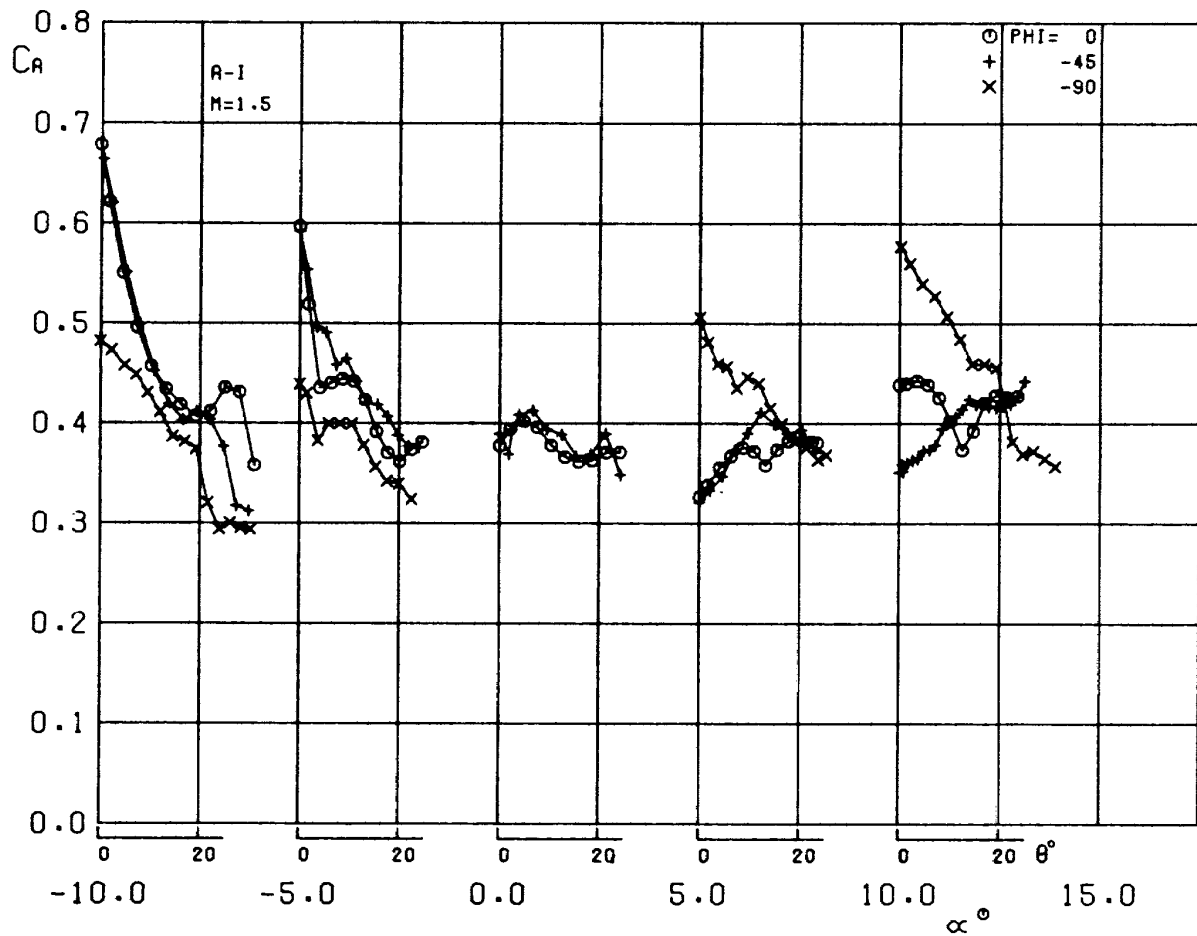


図 59 軸力係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

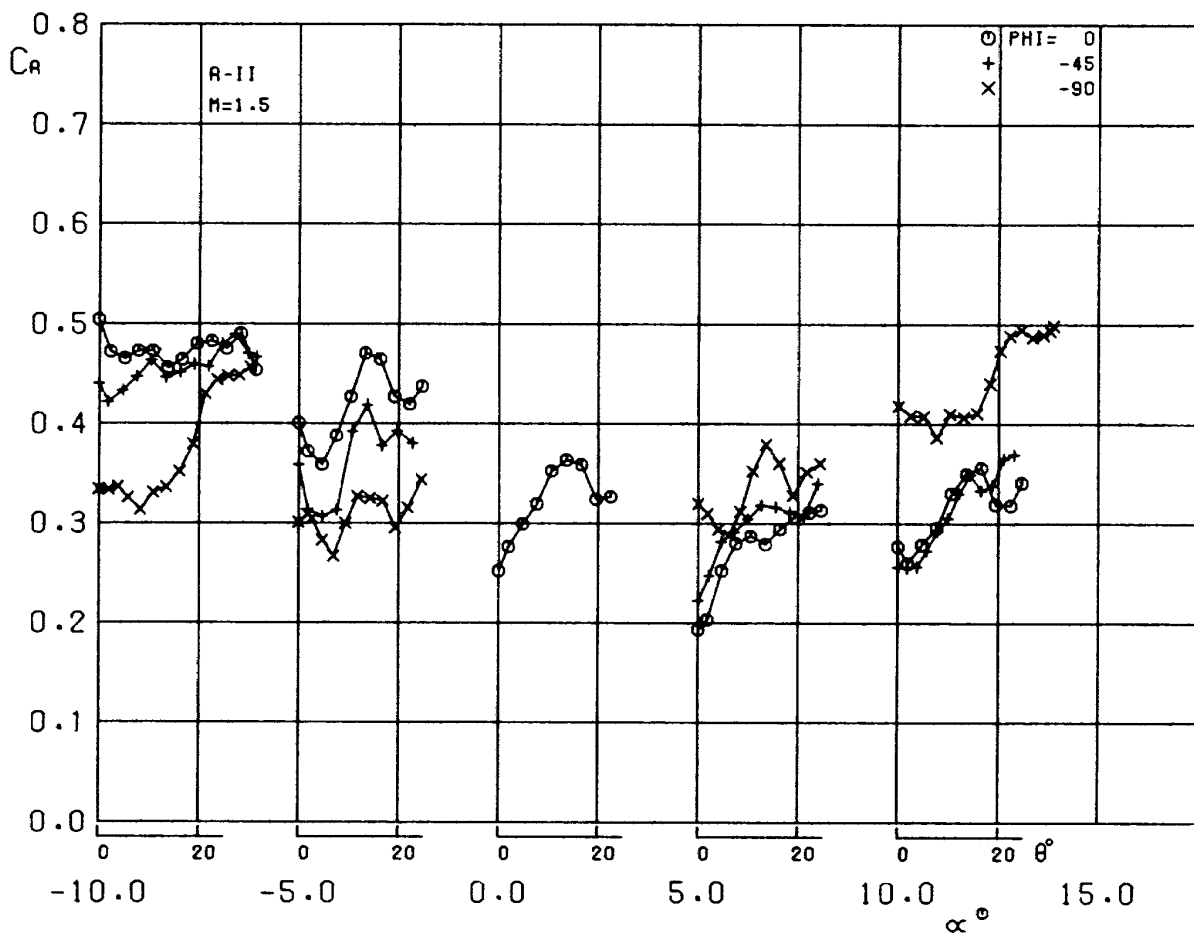


図 60 軸力係数～迎角（相対位置 A-II，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

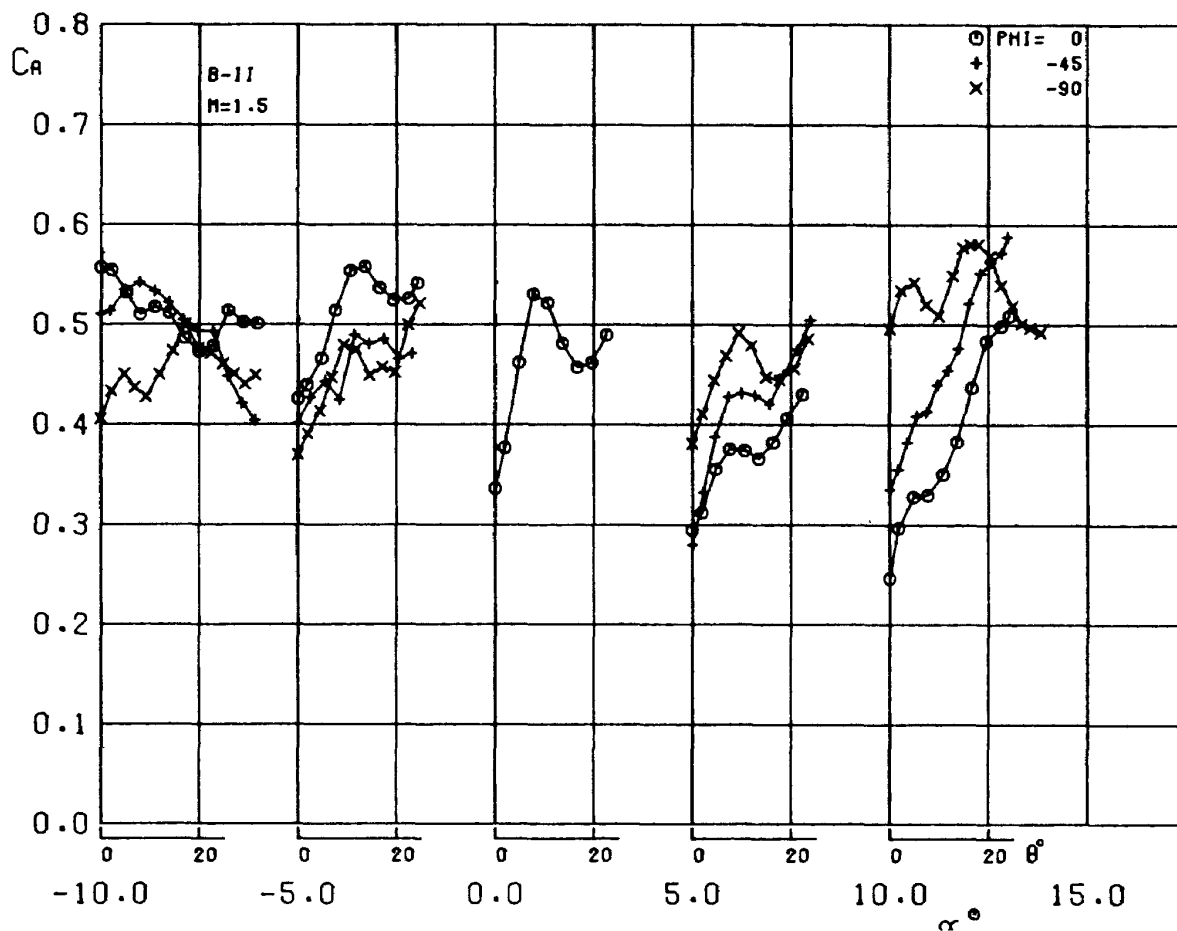


図 61 軸力係数～迎角（相対位置 B-II，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

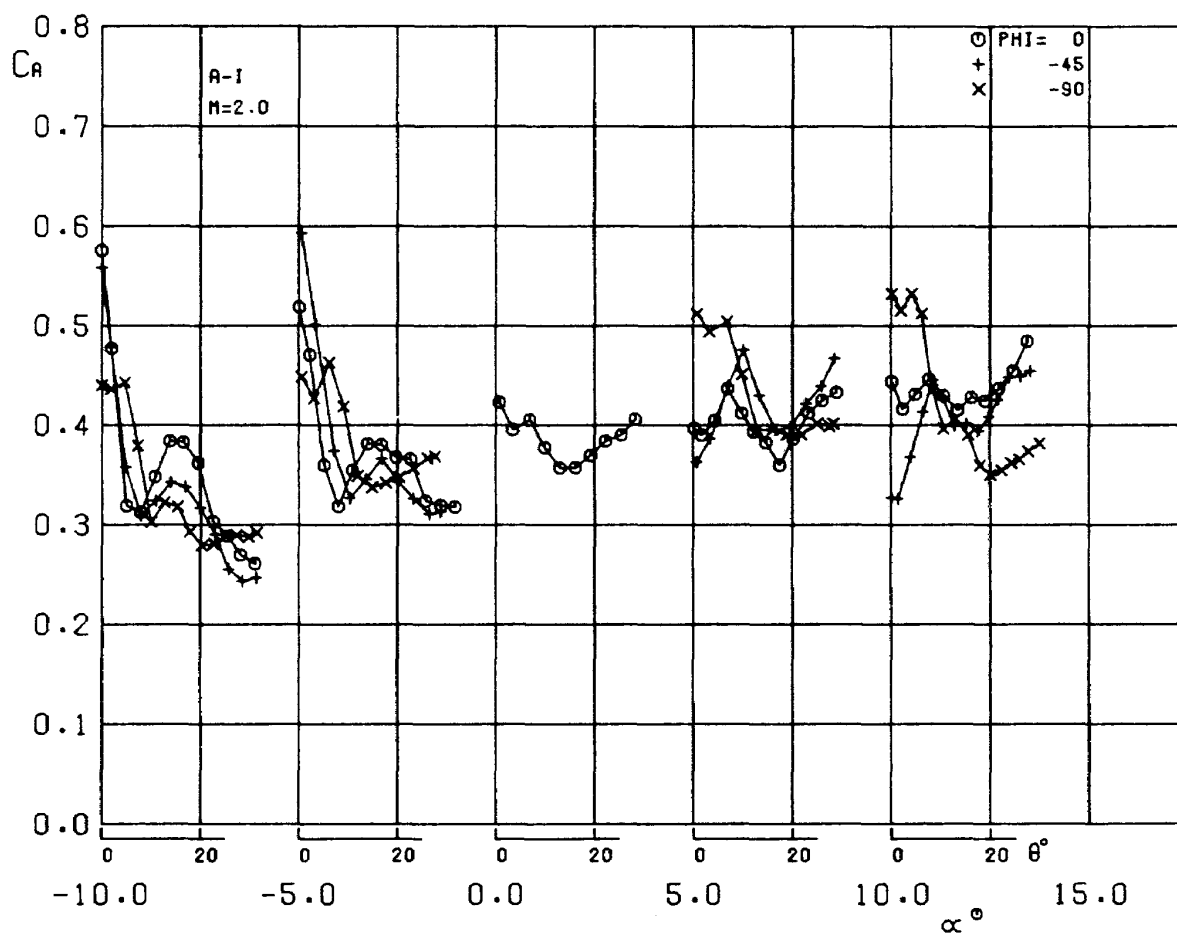


図 62 軸力係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 2.0，バンク角による比較）

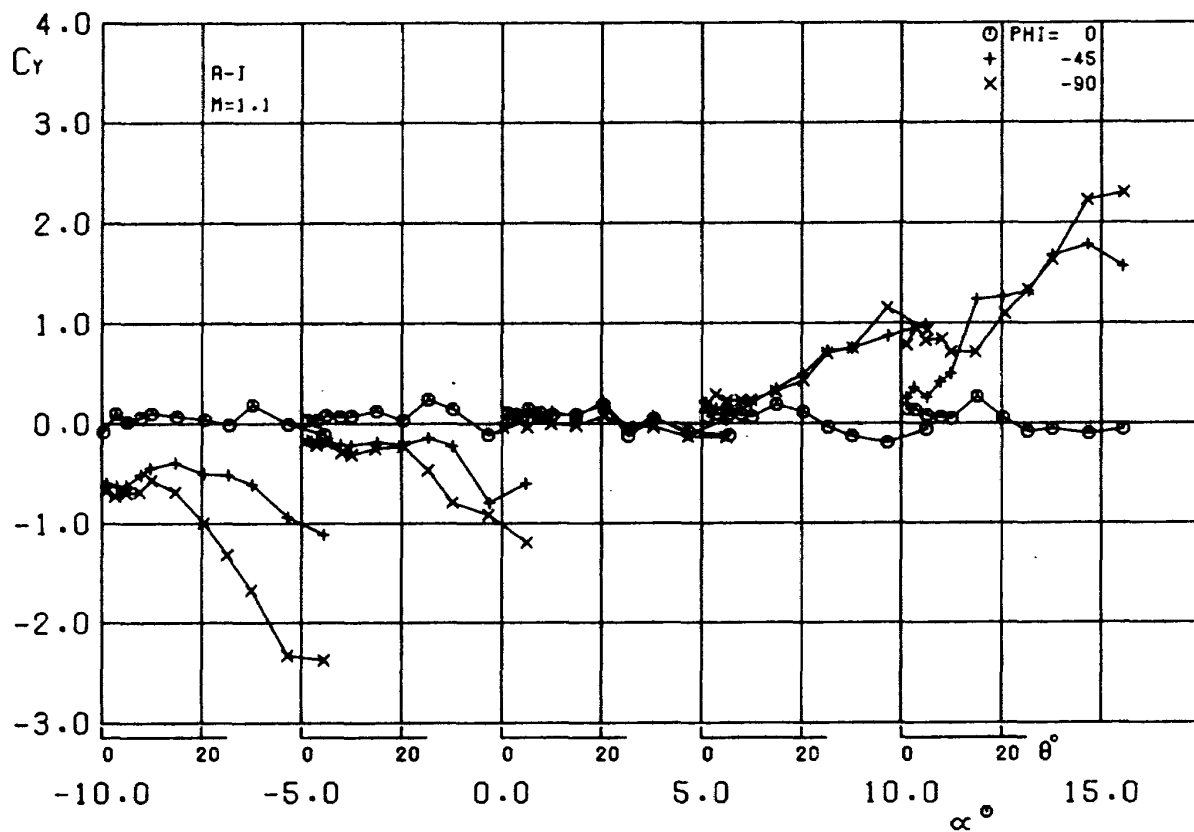


図 63 横力係数～迎角（相対位置 A-1，マッハ数 1.1，バンク角による比較）

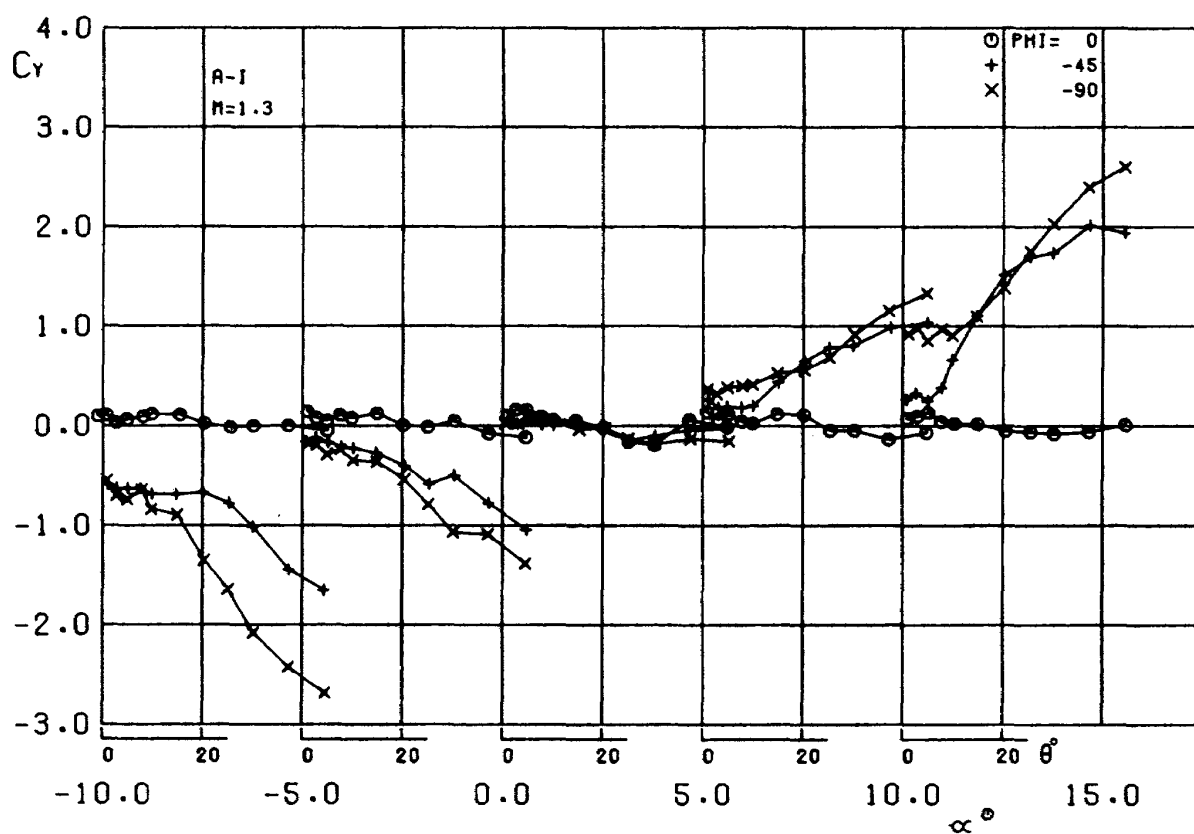


図 64 横力係数～迎角（相対位置 A-1，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

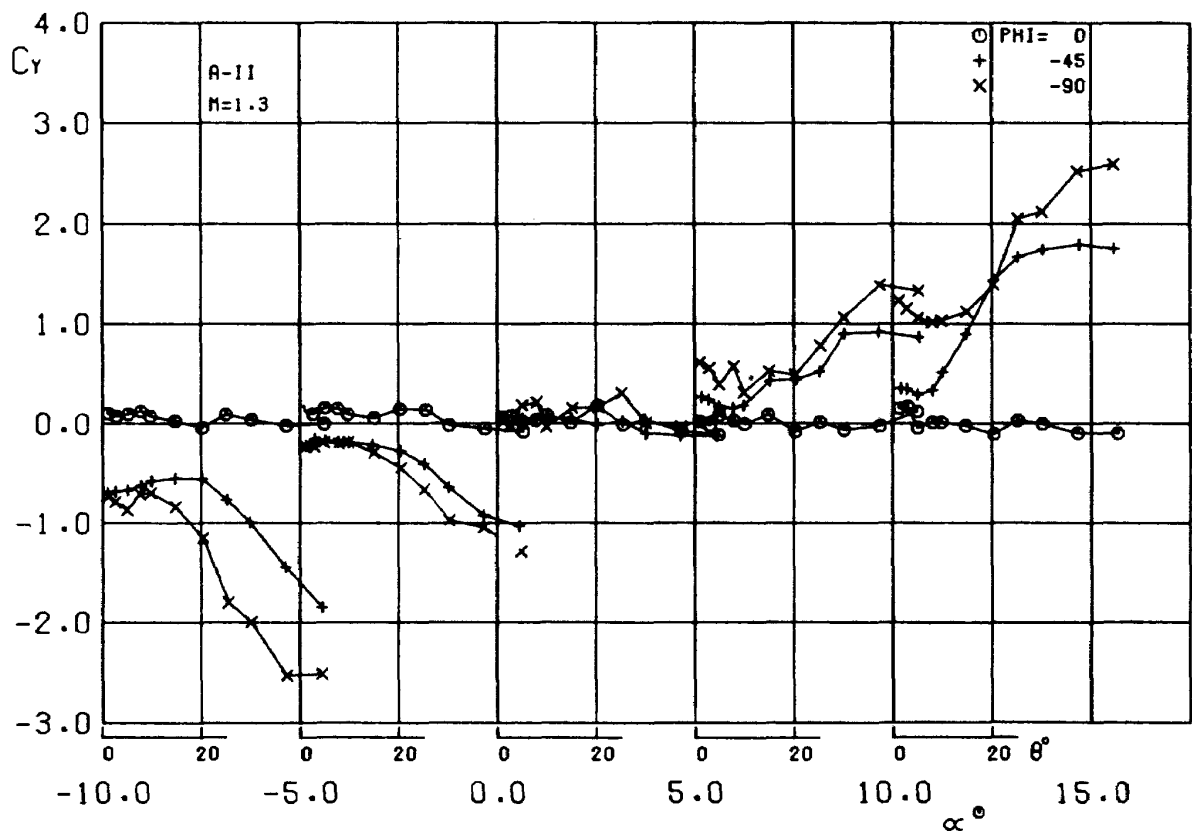


図 65 横力係数～迎角 (相対位置 A-II, マッハ数 1.3, バンク角による比較)

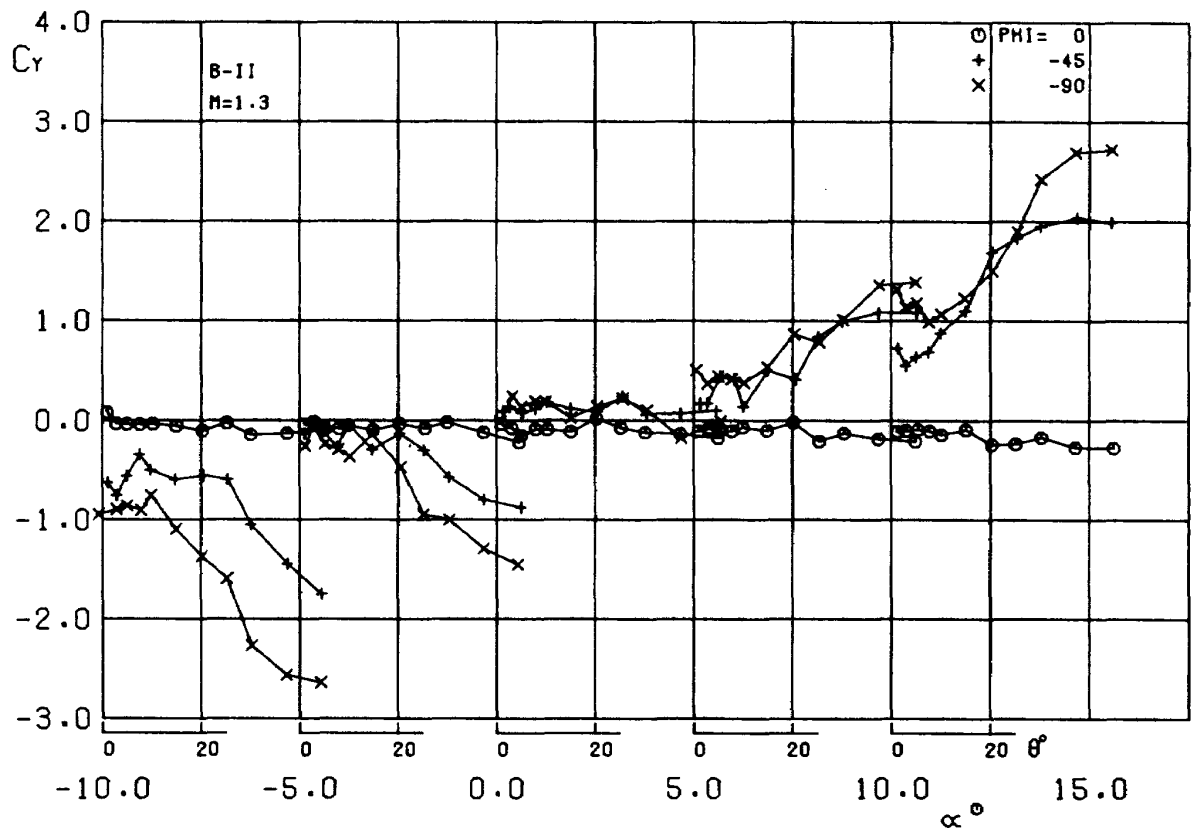


図 66 横力係数～迎角 (相対位置 B-II, マッハ数 1.3, バンク角による比較)

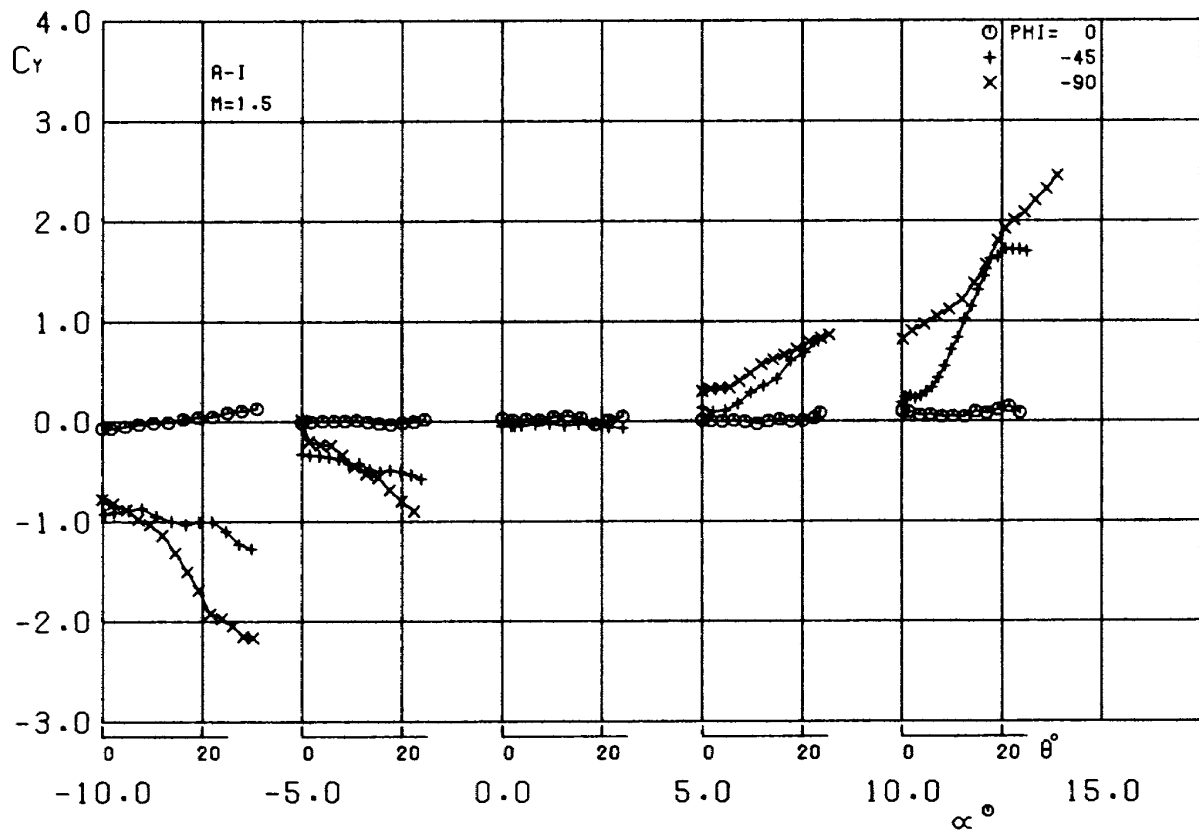


図 67 横力係数～迎角 (相対位置 A - I , マッハ数 1.5 , バンク角による比較)

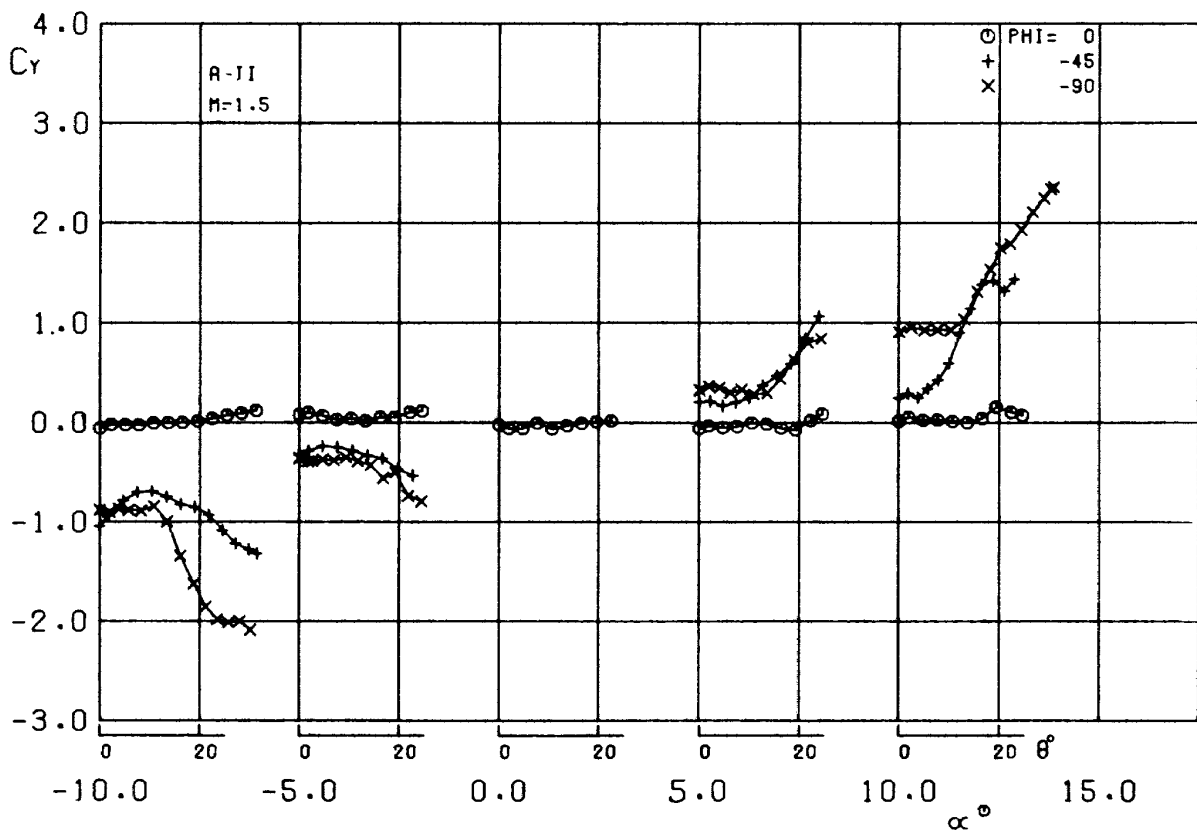


図 68 横力係数～迎角 (相対位置 A - II , マッハ数 1.5 , バンク角による比較)

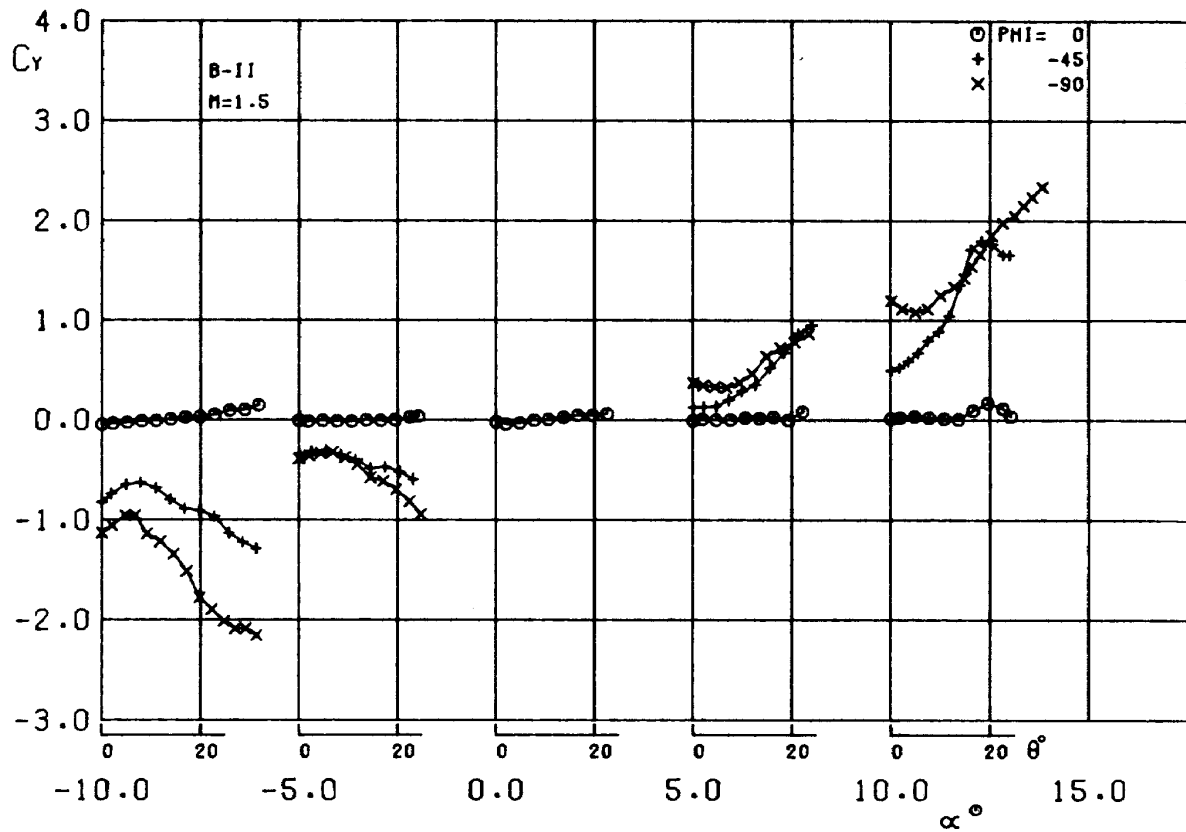


図 69 横力係数～迎角 (相対位置 B - II , マッハ数 1.5 , バンク角による比較)

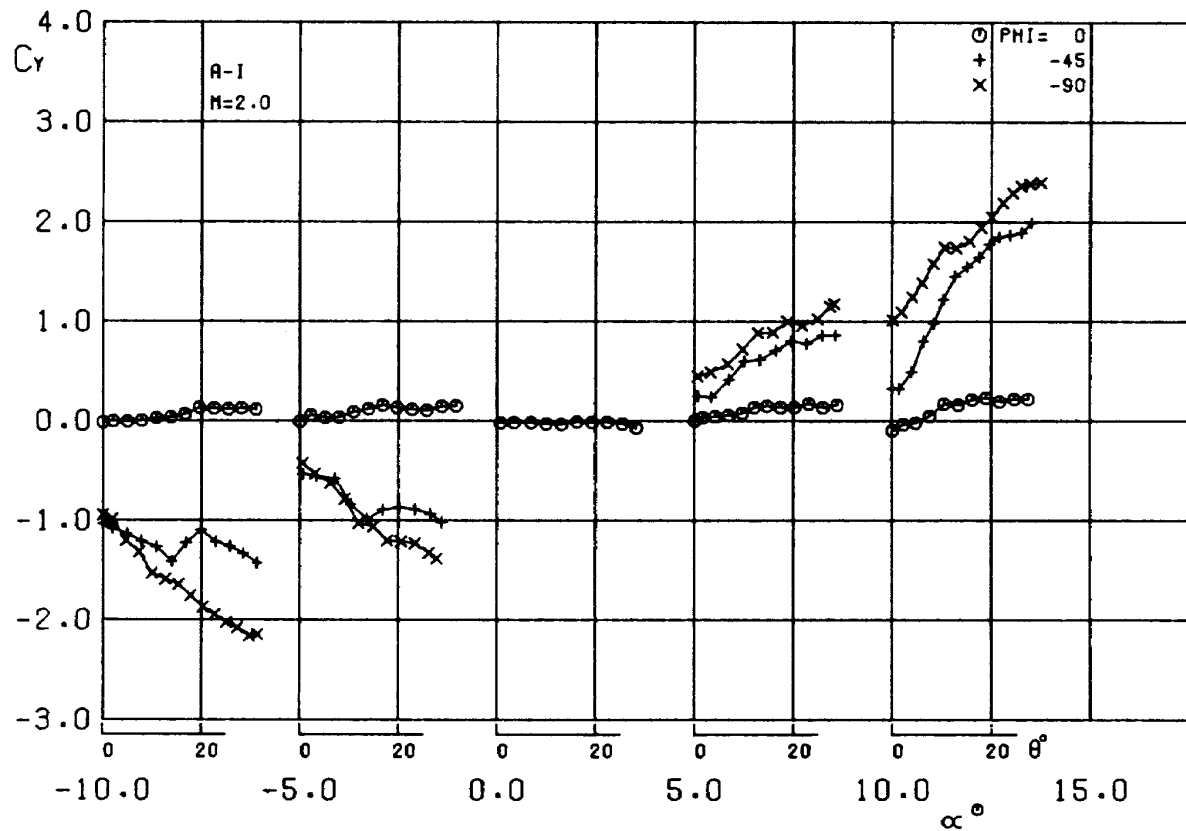


図 70 横力係数～迎角 (相対位置 A - I , マッハ数 2.0 , バンク角による比較)

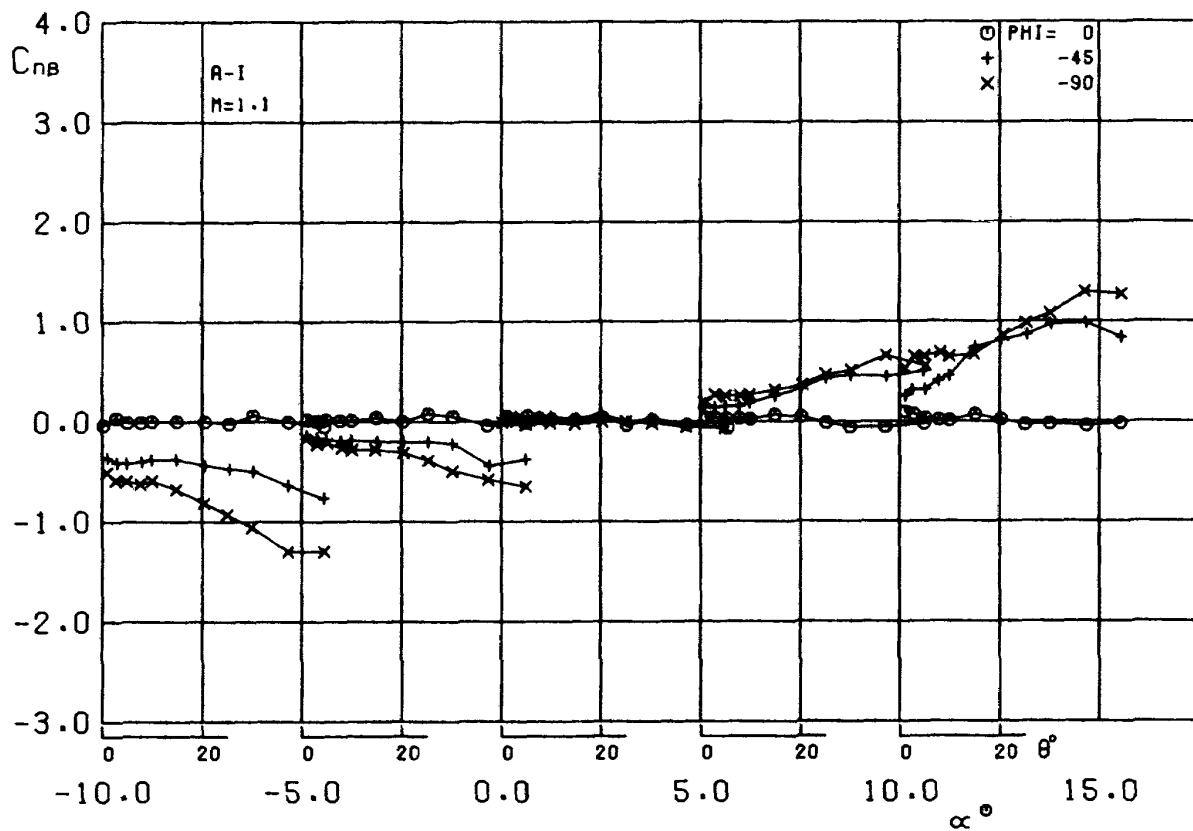


図 71 偏揺れモーメント係数～迎角 (相対位置 A-1 ,
マッハ数 1.1 , バンク角による比較)

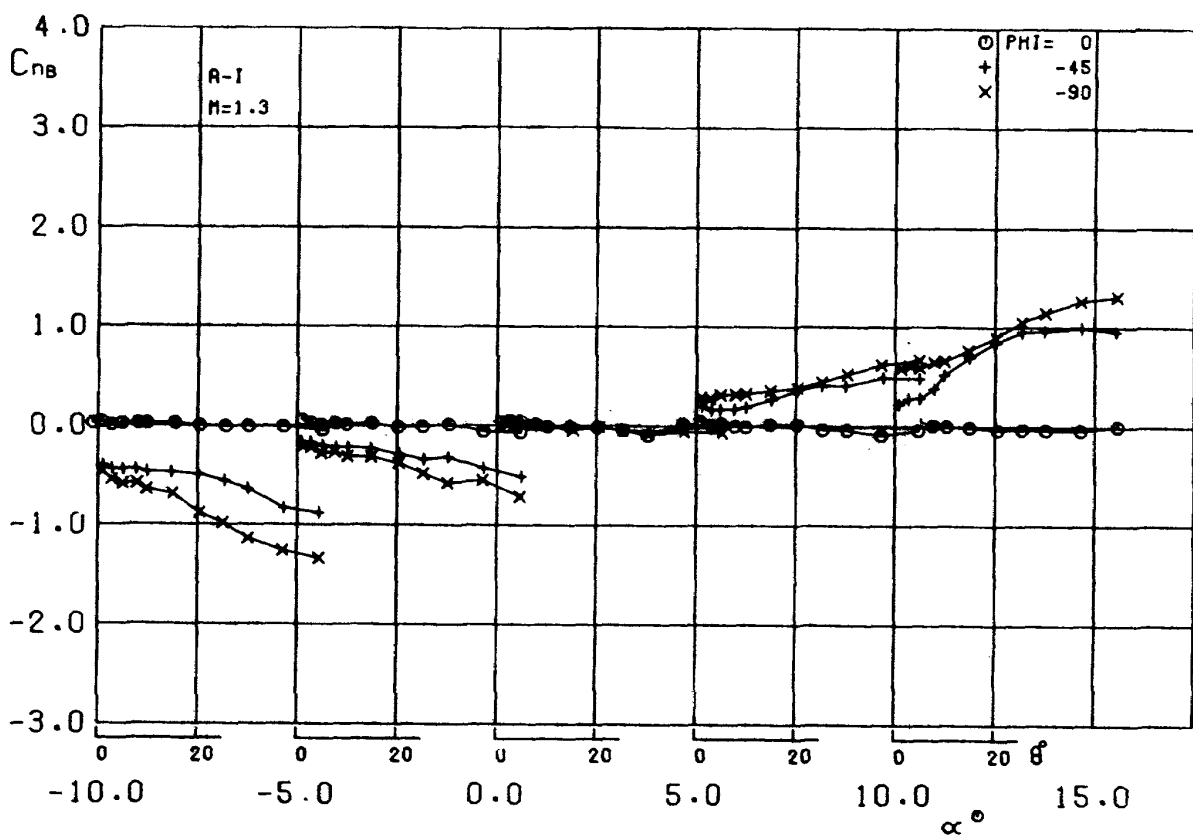


図 72 偏揺れモーメント係数～迎角 (相対位置 A-1 ,
マッハ数 1.3 , バンク角による比較)

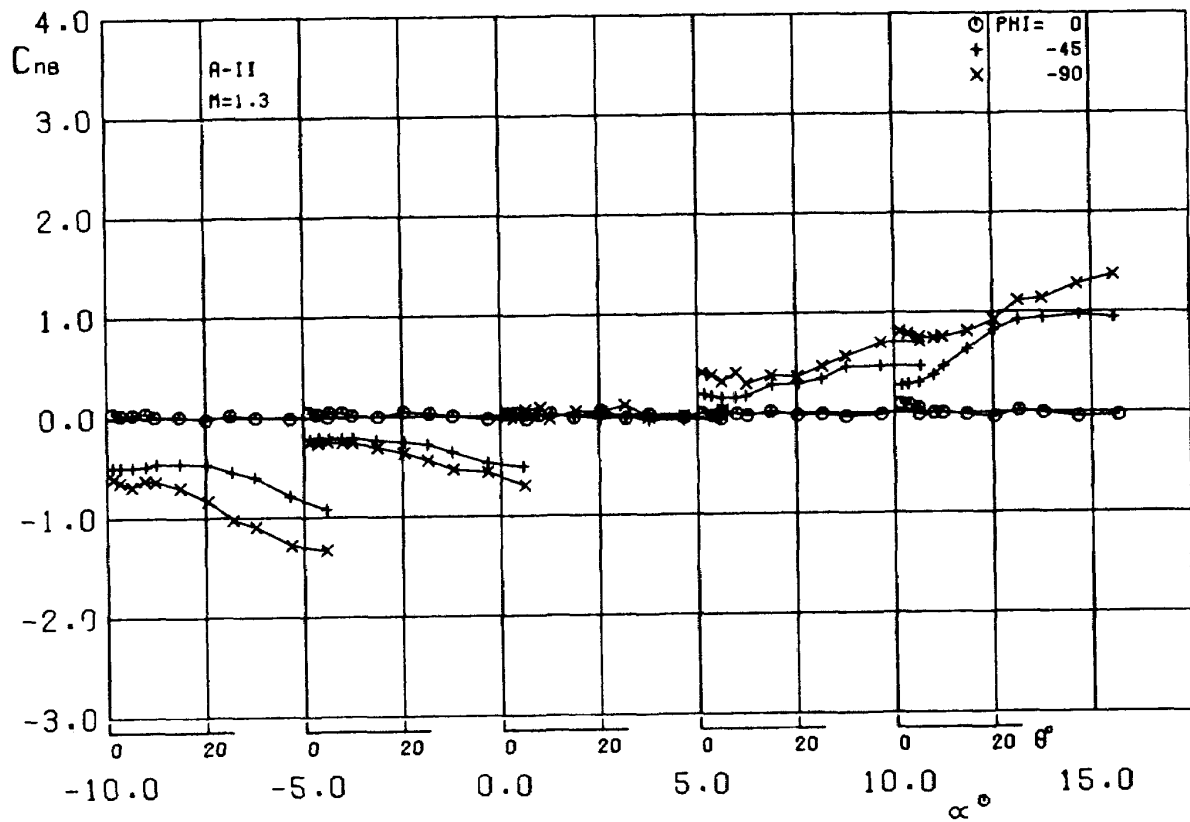


図 73 偏揺れモーメント係数～迎角 (相対位置 A-II, マッハ数 1.3, バンク角による比較)

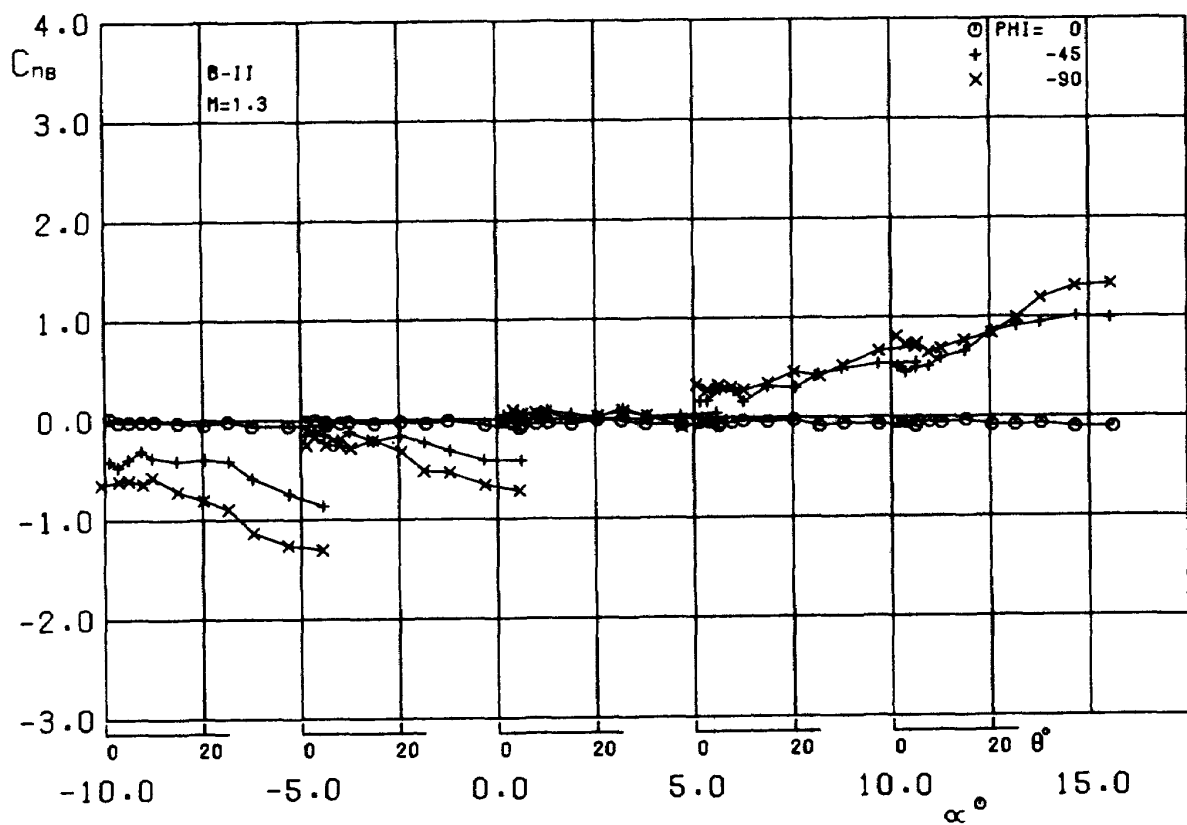


図 74 偏揺れモーメント係数～迎角 (相対位置 B-II, マッハ数 1.3, バンク角による比較)

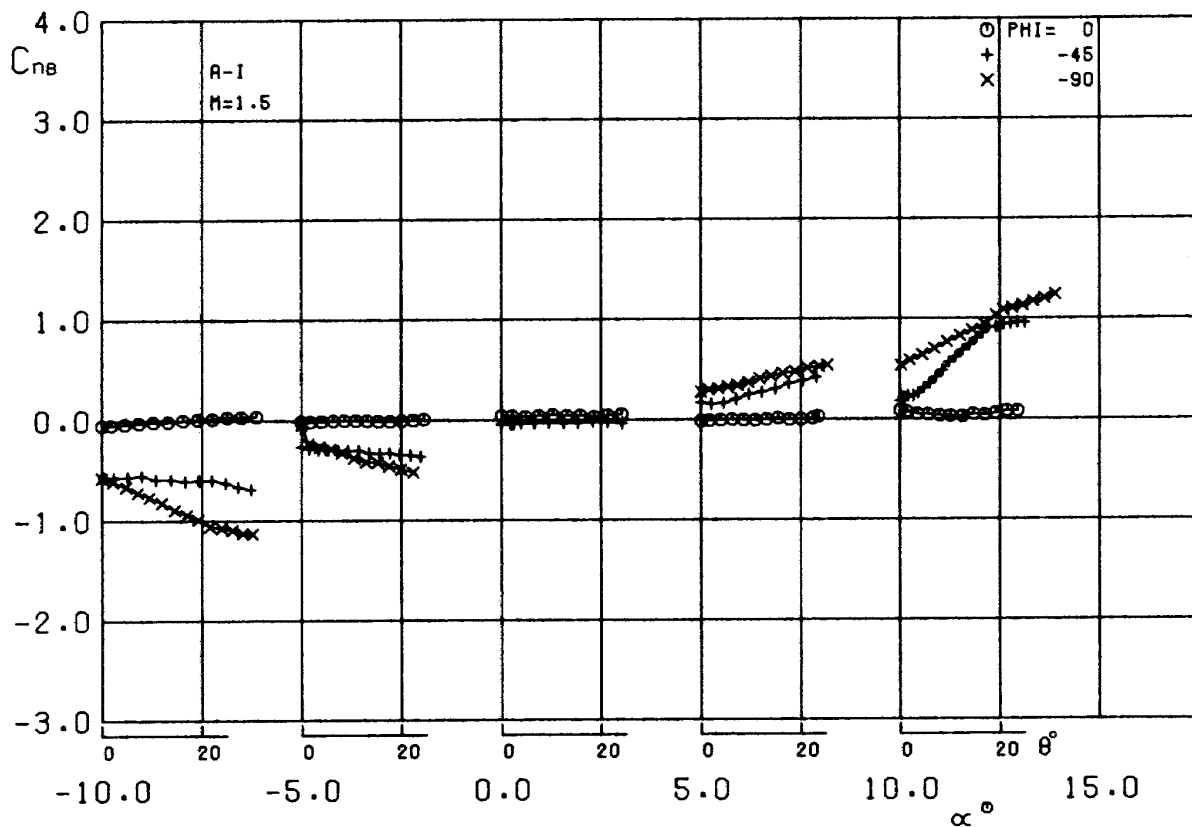


図 75 偏揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

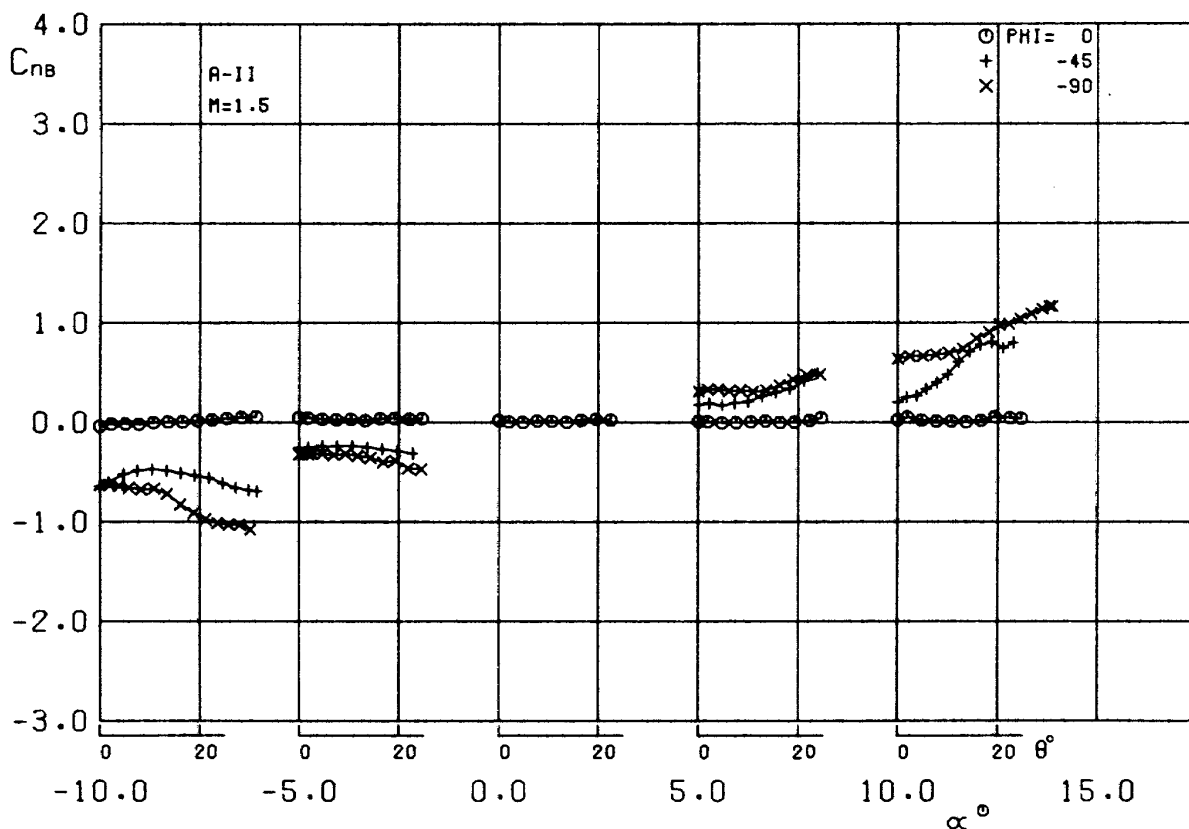


図 76 偏揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-II，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

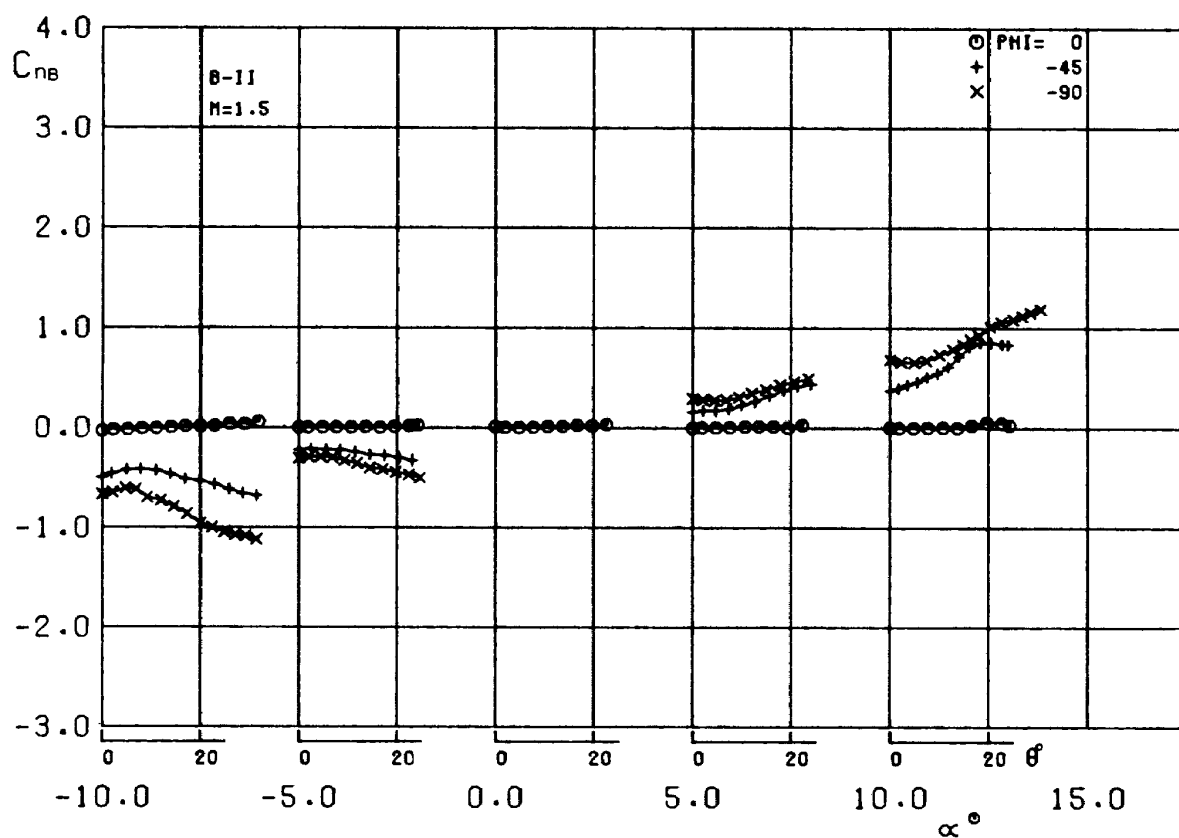


図 77 偏揺れモーメント係数～迎角（相対位置 B-11，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

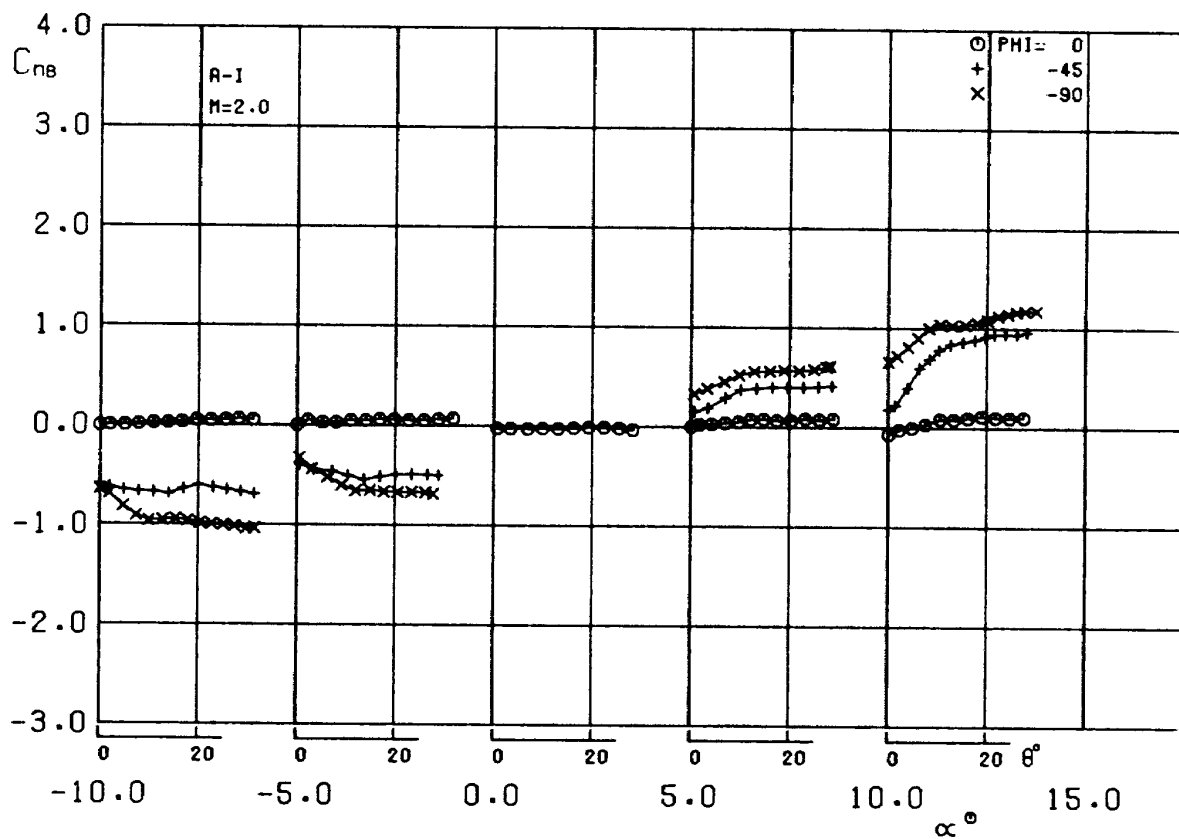


図 78 偏揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-1，マッハ数 2.0，バンク角による比較）

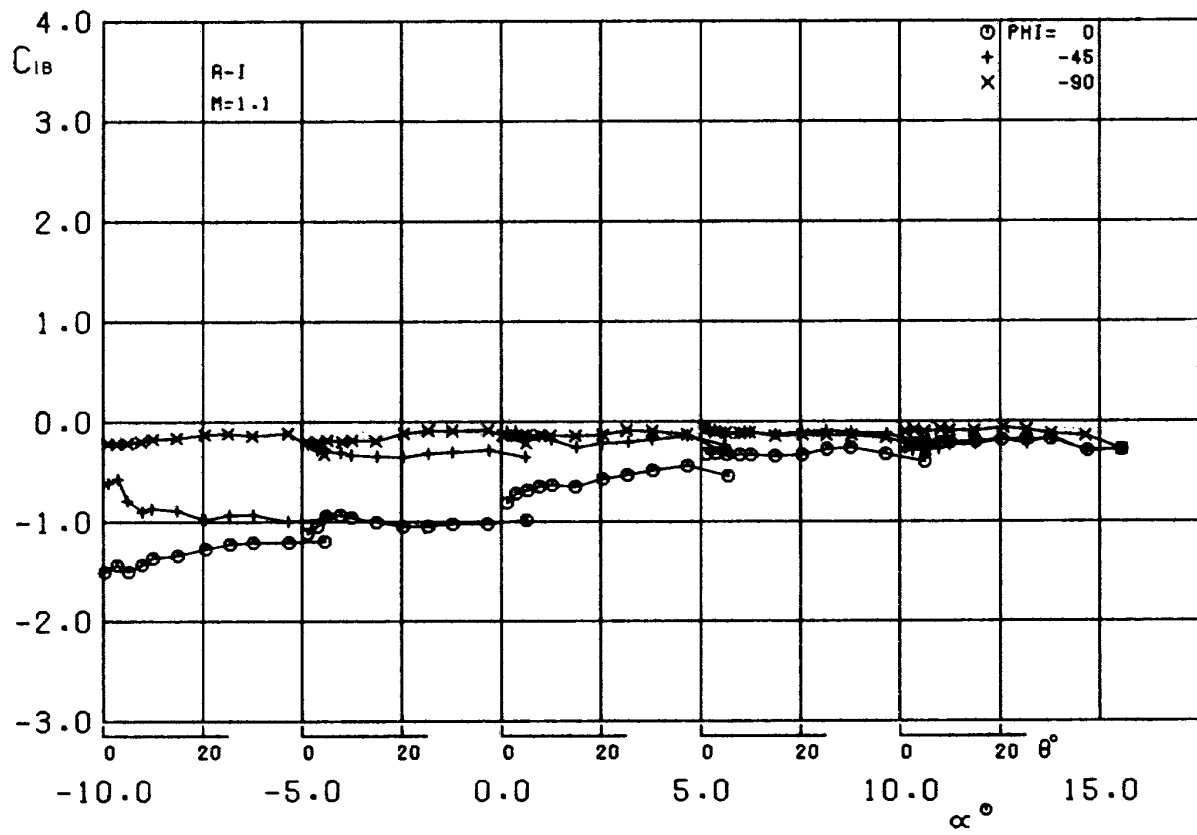


図 79 横揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.1，バンク角による比較）

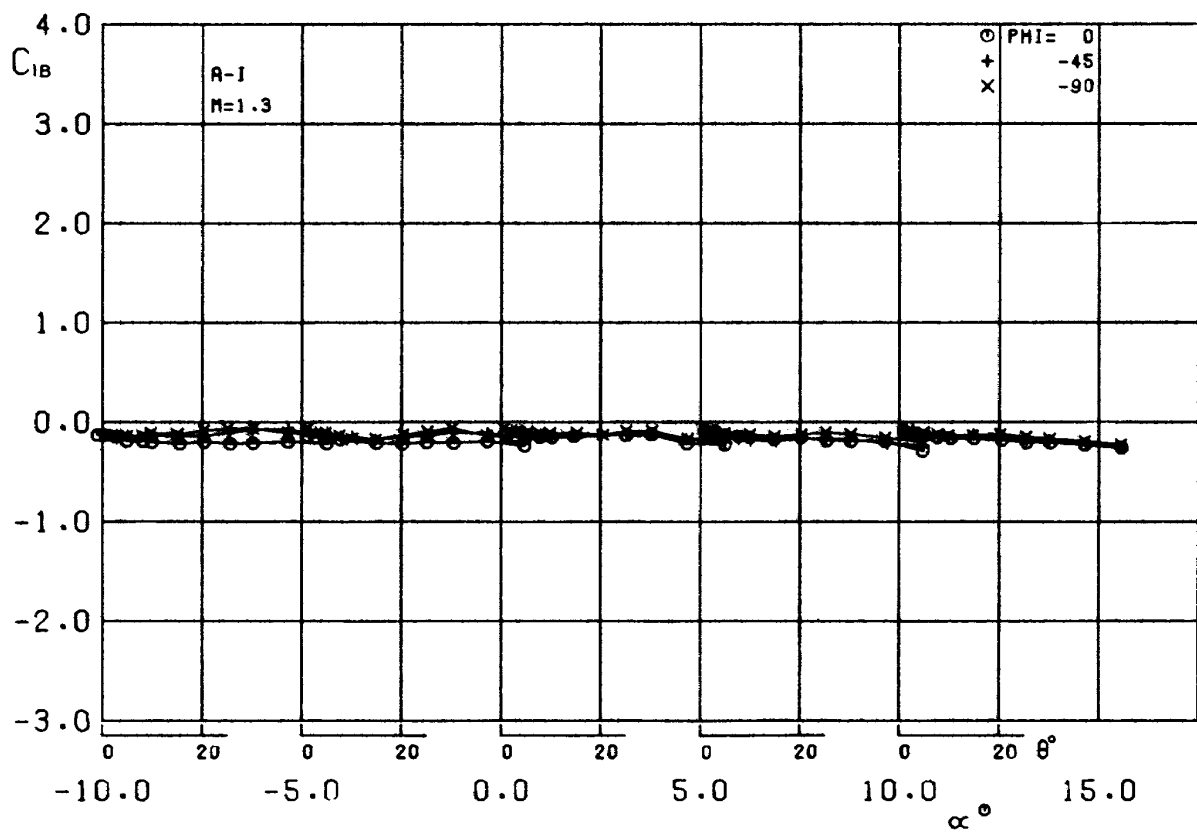


図 80 横揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

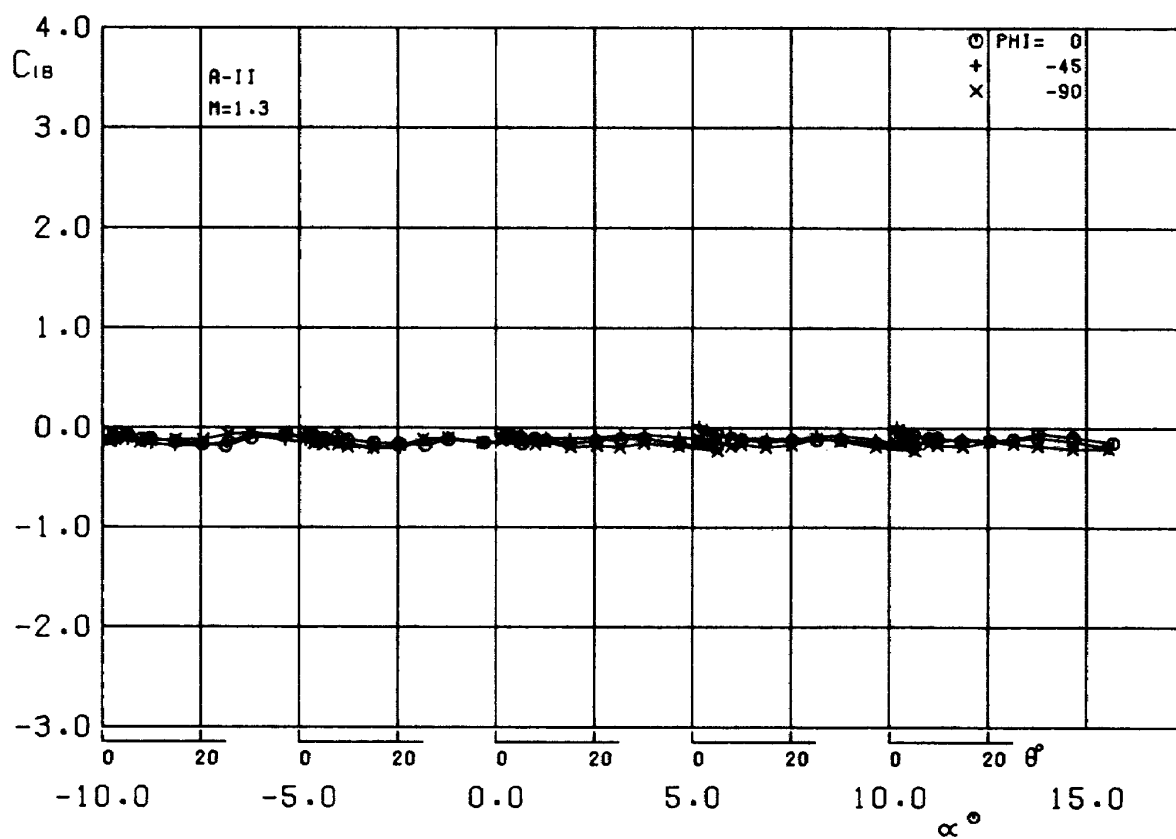


図 81 横揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-II，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

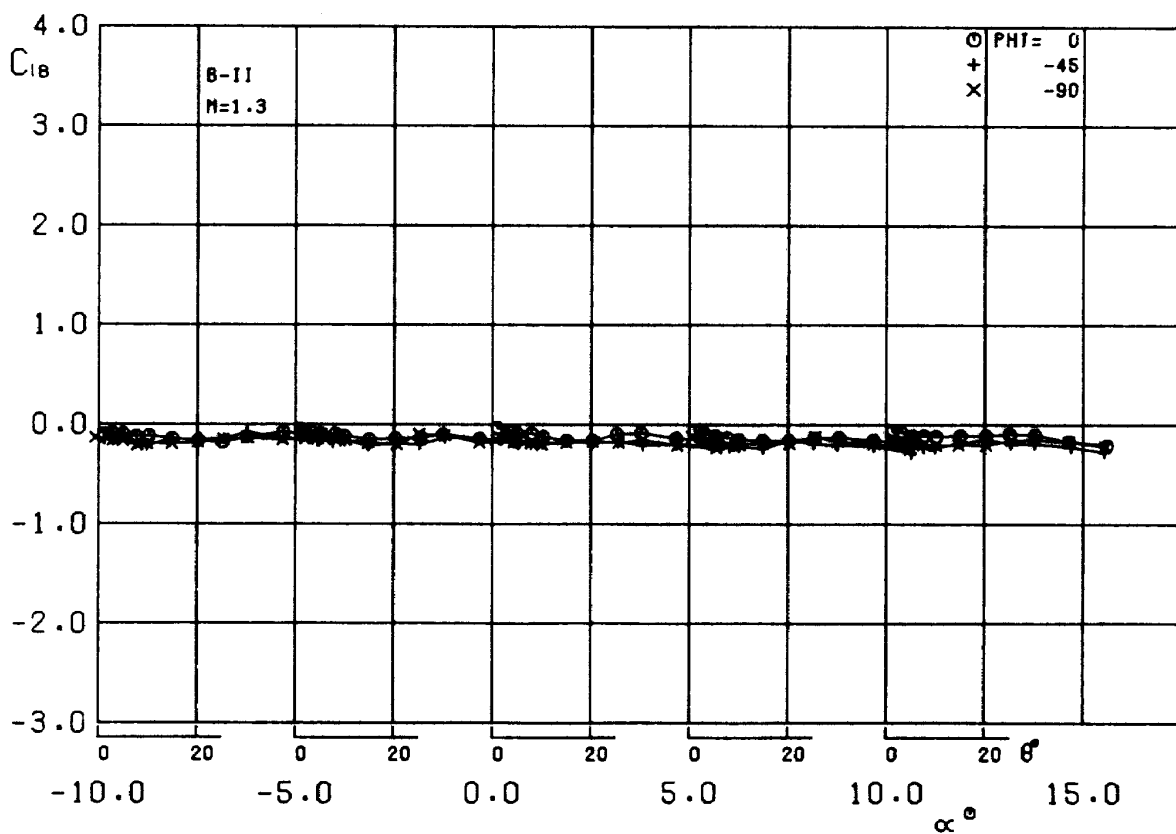


図 82 横揺れモーメント係数～迎角（相対位置 B-II，マッハ数 1.3，バンク角による比較）

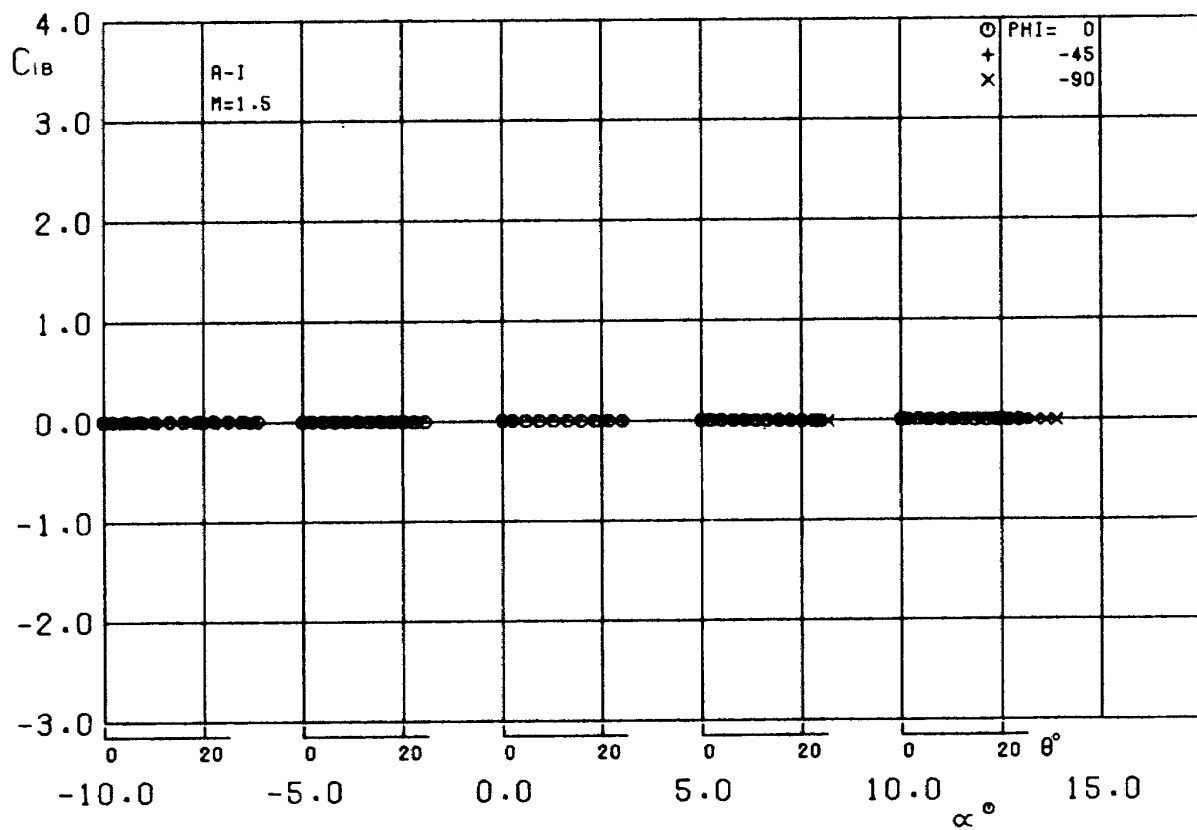


図 83 横揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-I，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

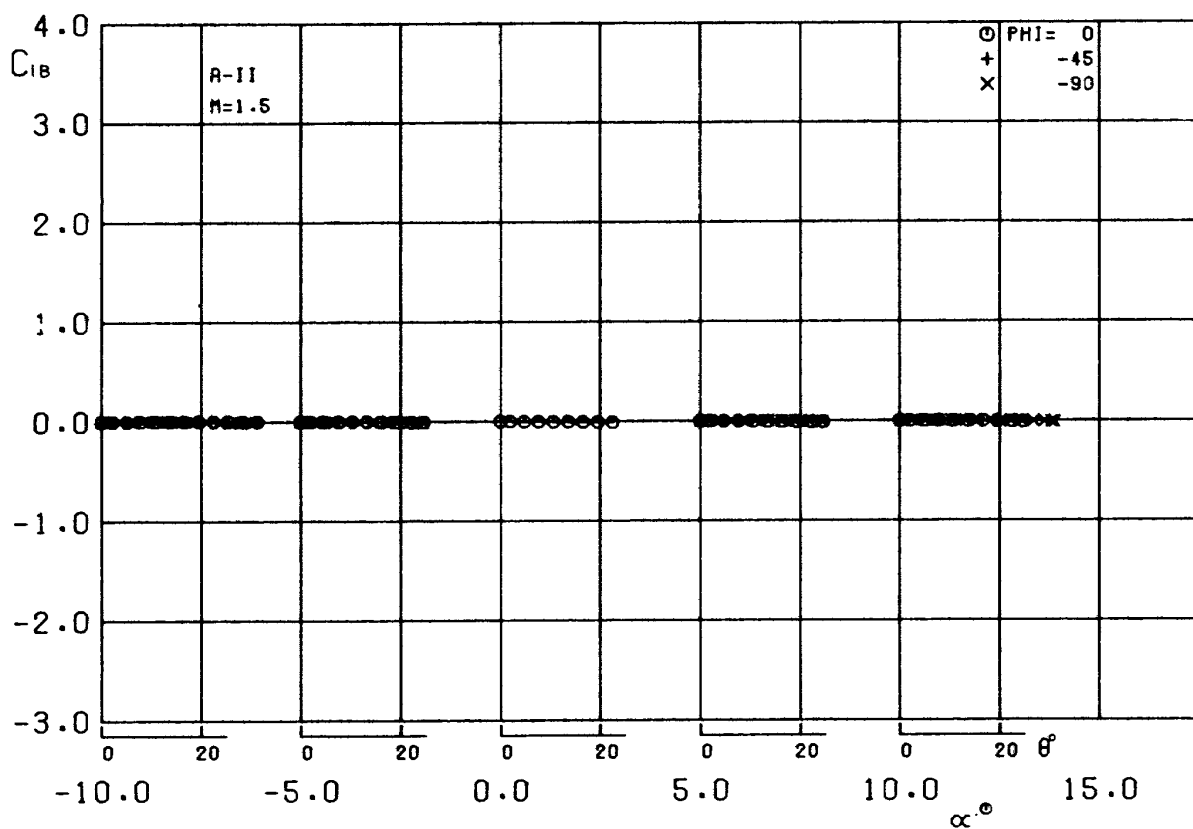


図 84 横揺れモーメント係数～迎角（相対位置 A-II，マッハ数 1.5，バンク角による比較）

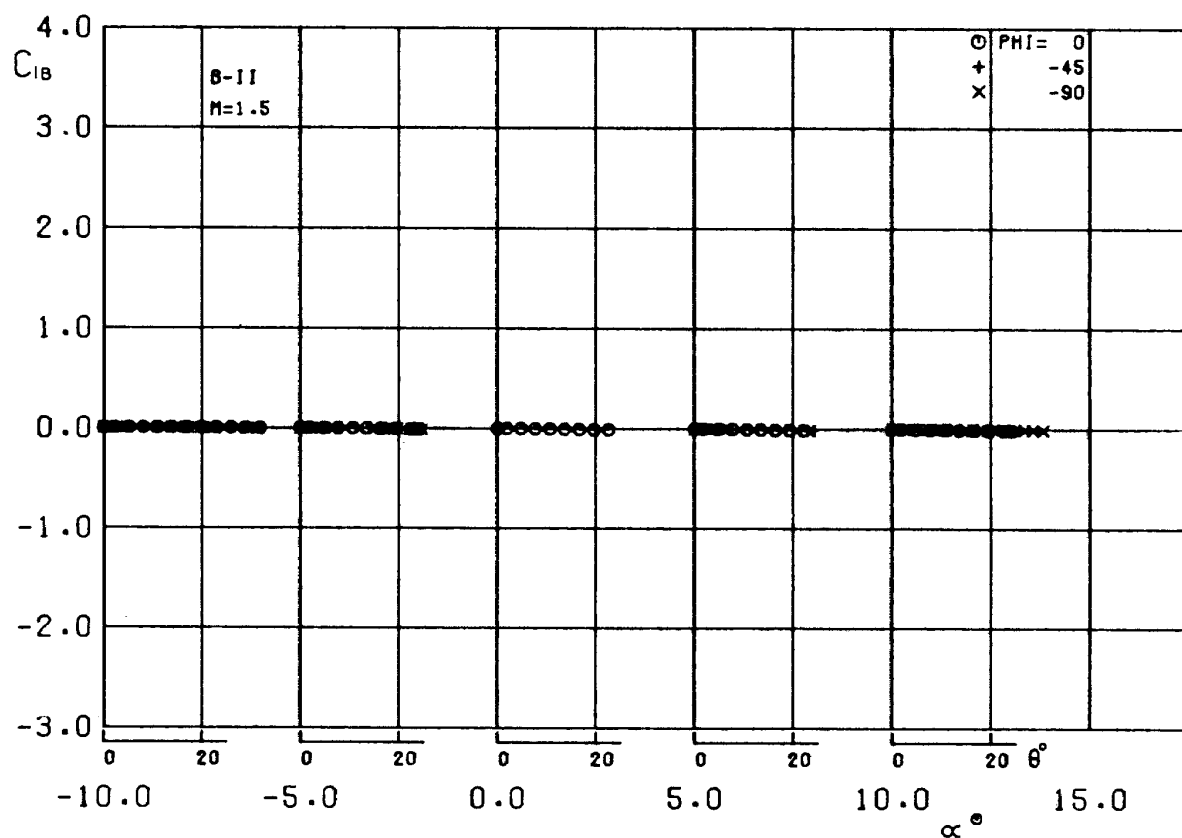


図 85 横揺れモーメント係数～迎角 (相対位置 B-II, マッハ数 1.5, バンク角による比較)

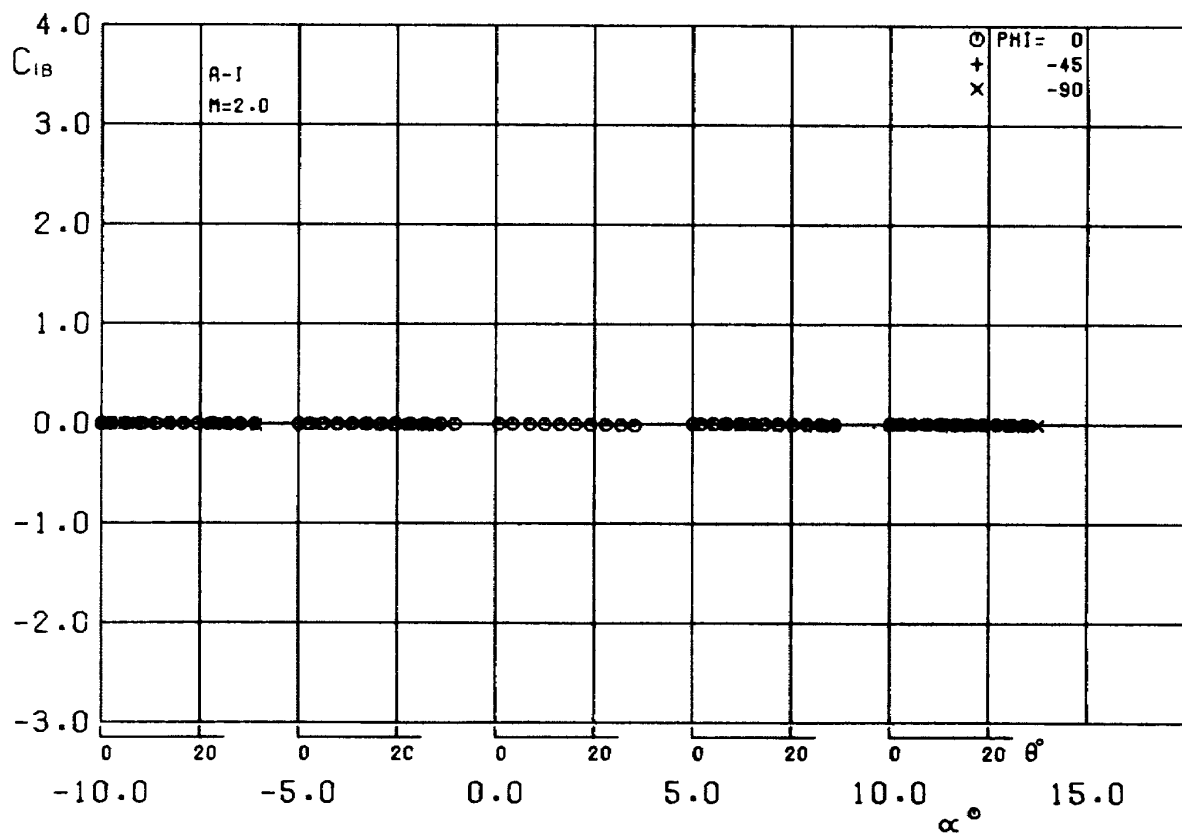


図 86 横揺れモーメント係数～迎角 (相対位置 A-I, マッハ数 2.0, バンク角による比較)

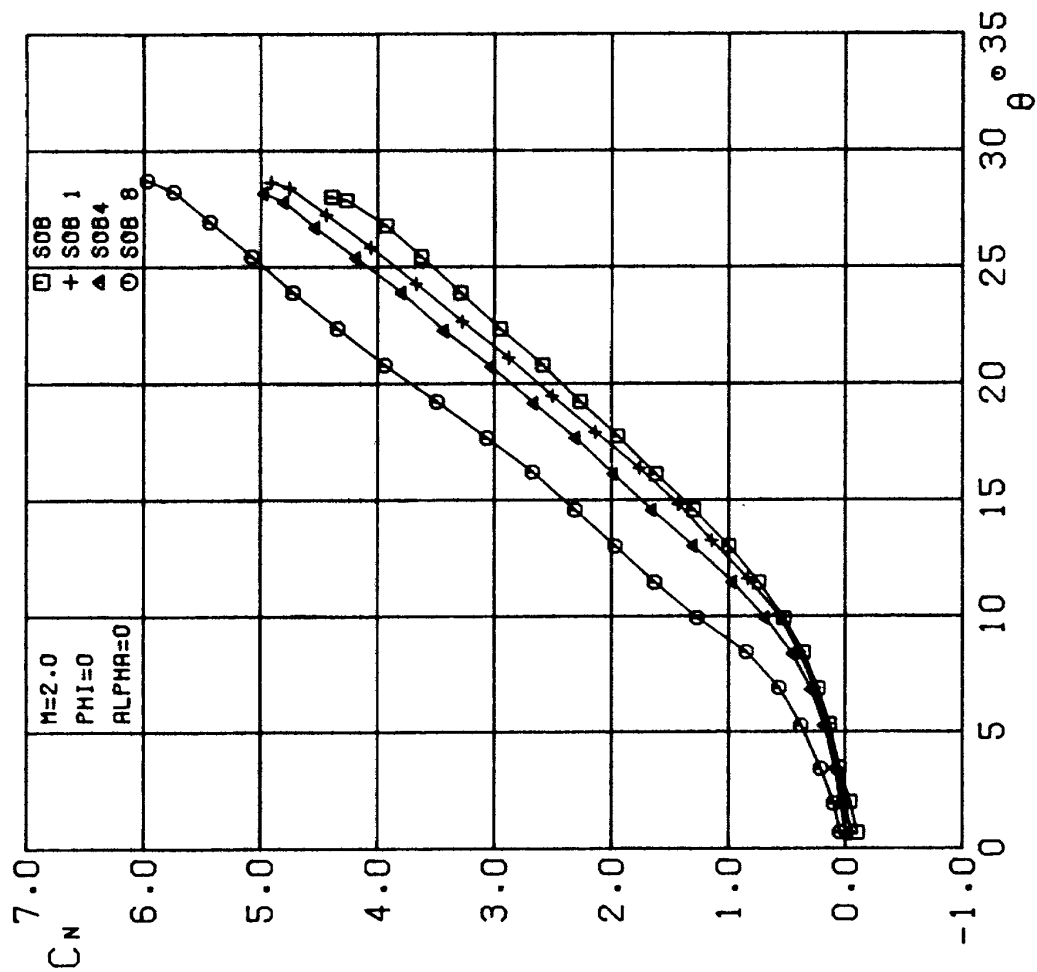


図 88 垂直力係数～分離角 (マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0° , 補助ロケット本数による比較)

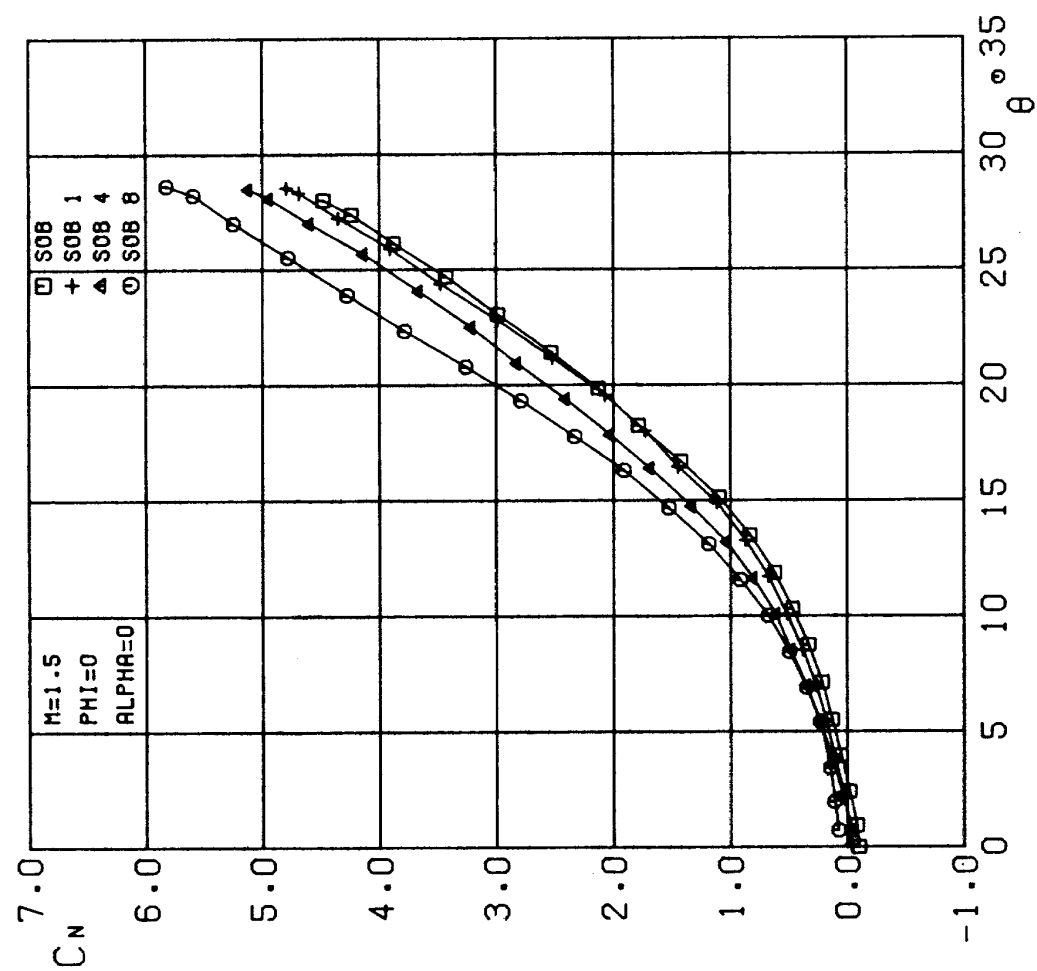


図 87 垂直力係数～分離角 (マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0° , 補助ロケット本数による比較)

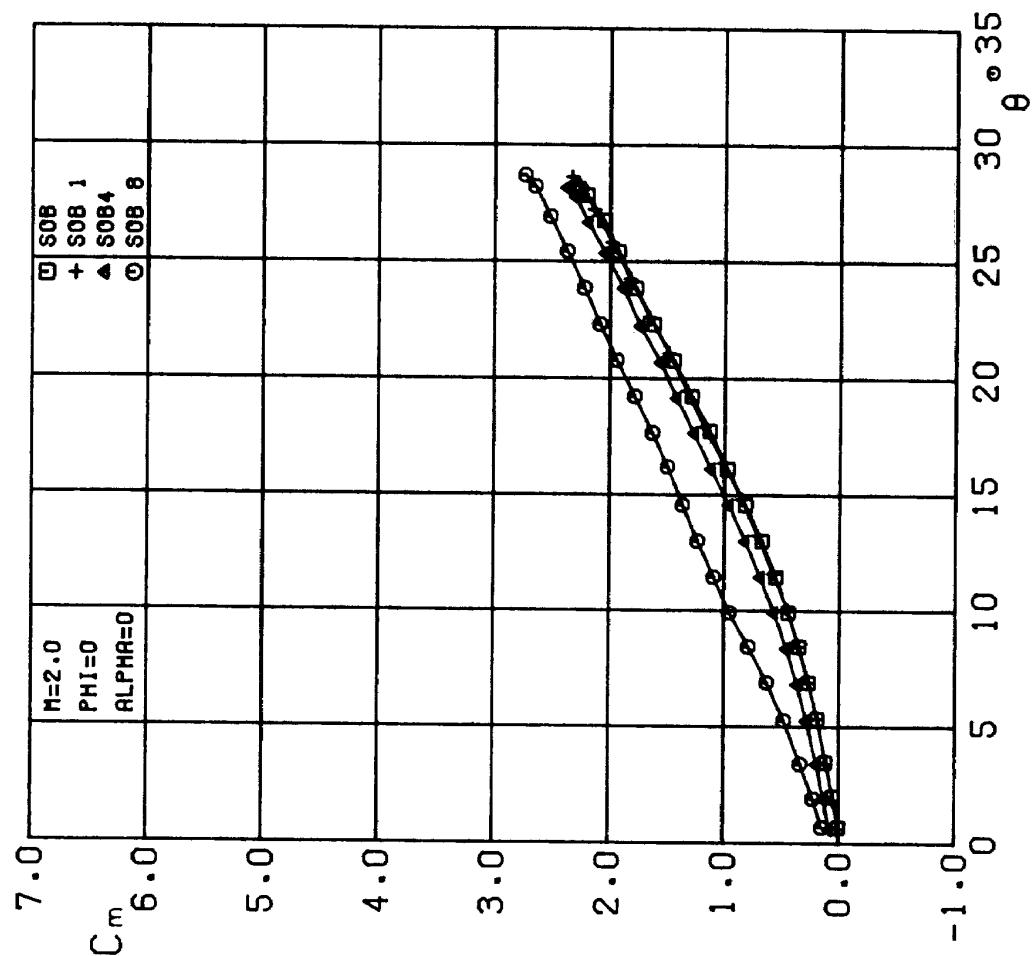


図 89 縦揺れモーメント係数～迎角 (マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0° , 補助ロケット本数による比較)

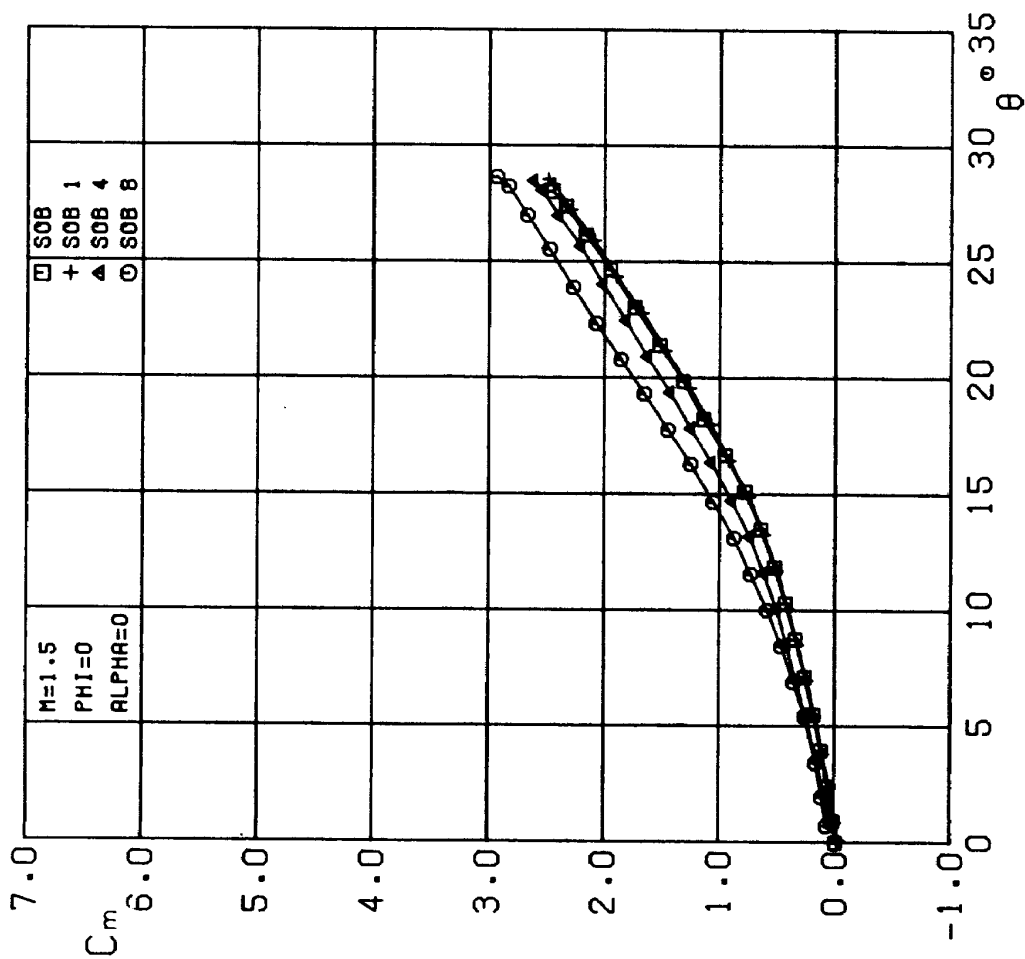


図 90 縦揺れモーメント係数～分離角 (マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0° , 補助ロケット本数による比較)

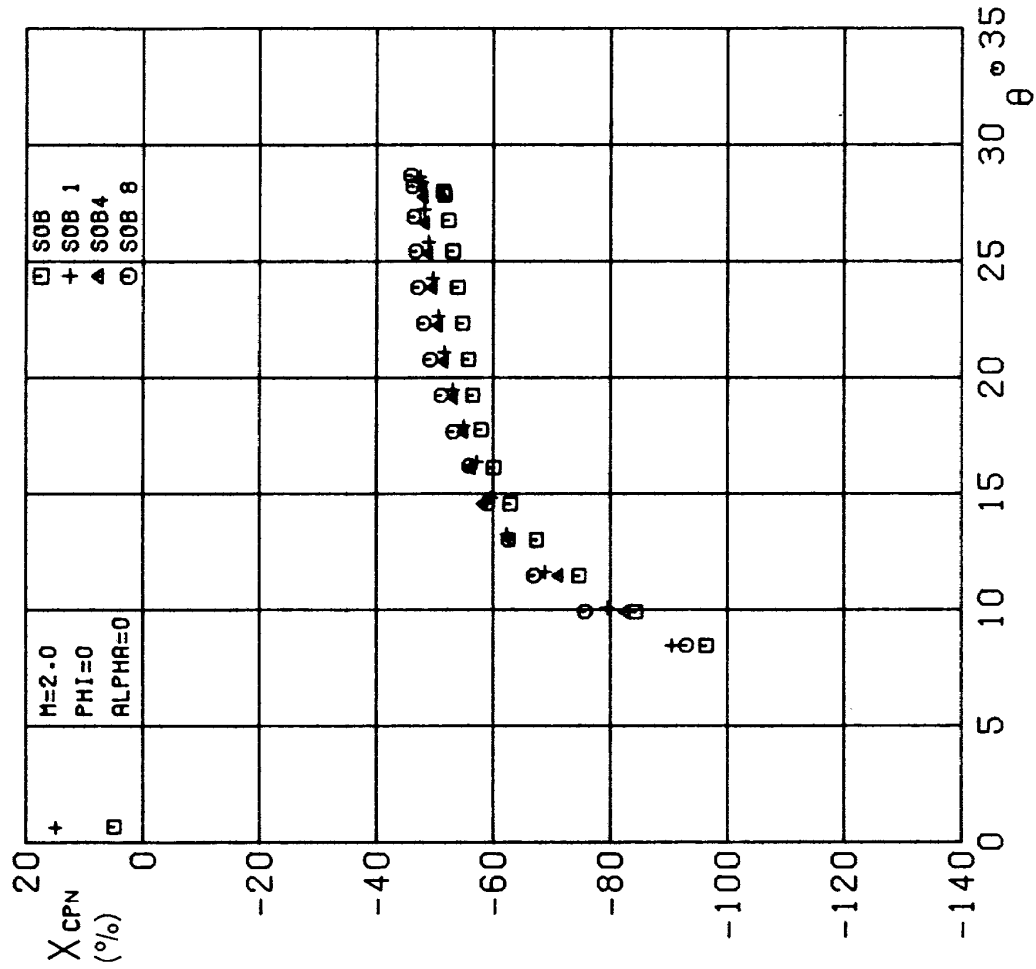


図 92 圧力中心～分離角 (マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0° , 補助ロケット本数による比較)

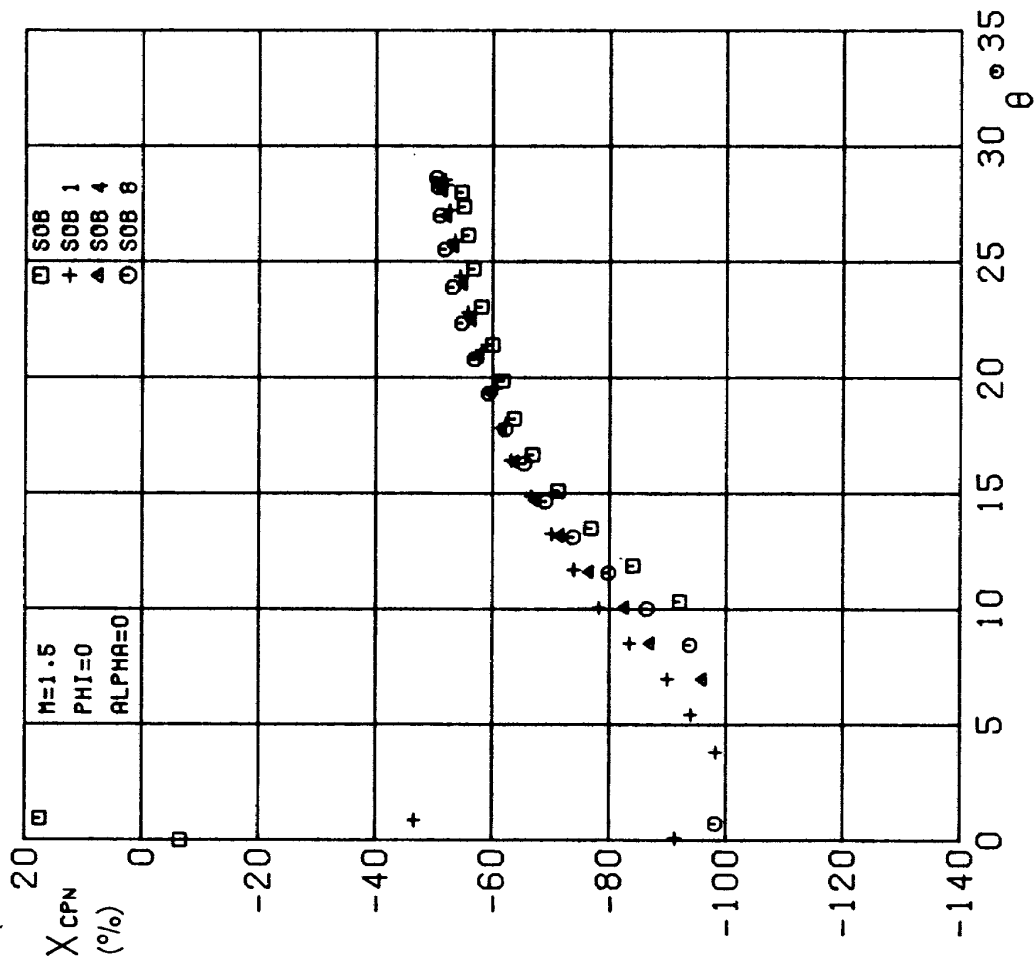


図 91 圧力中心～分離角 (マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0° , 補助ロケット本数による比較)

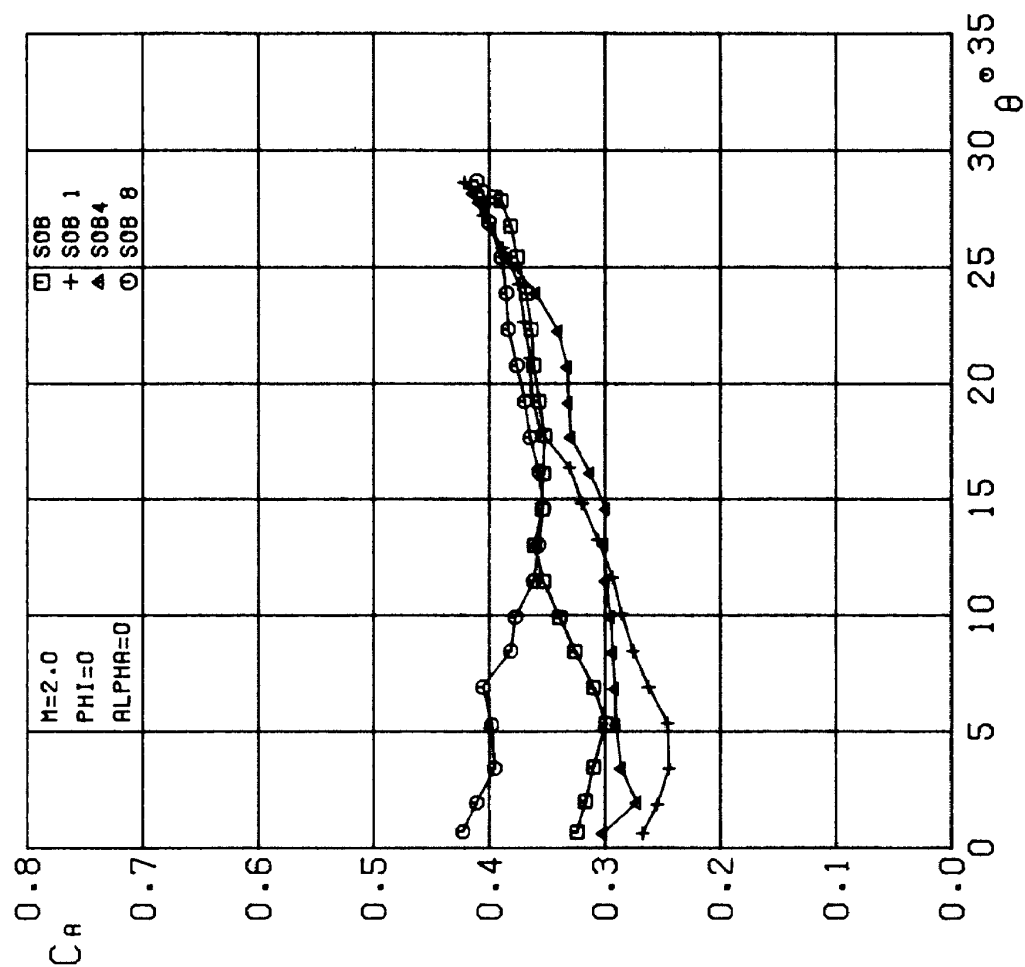


図 94 軸力係数～分離角 (マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0° , 補助ロケット本数による比較)

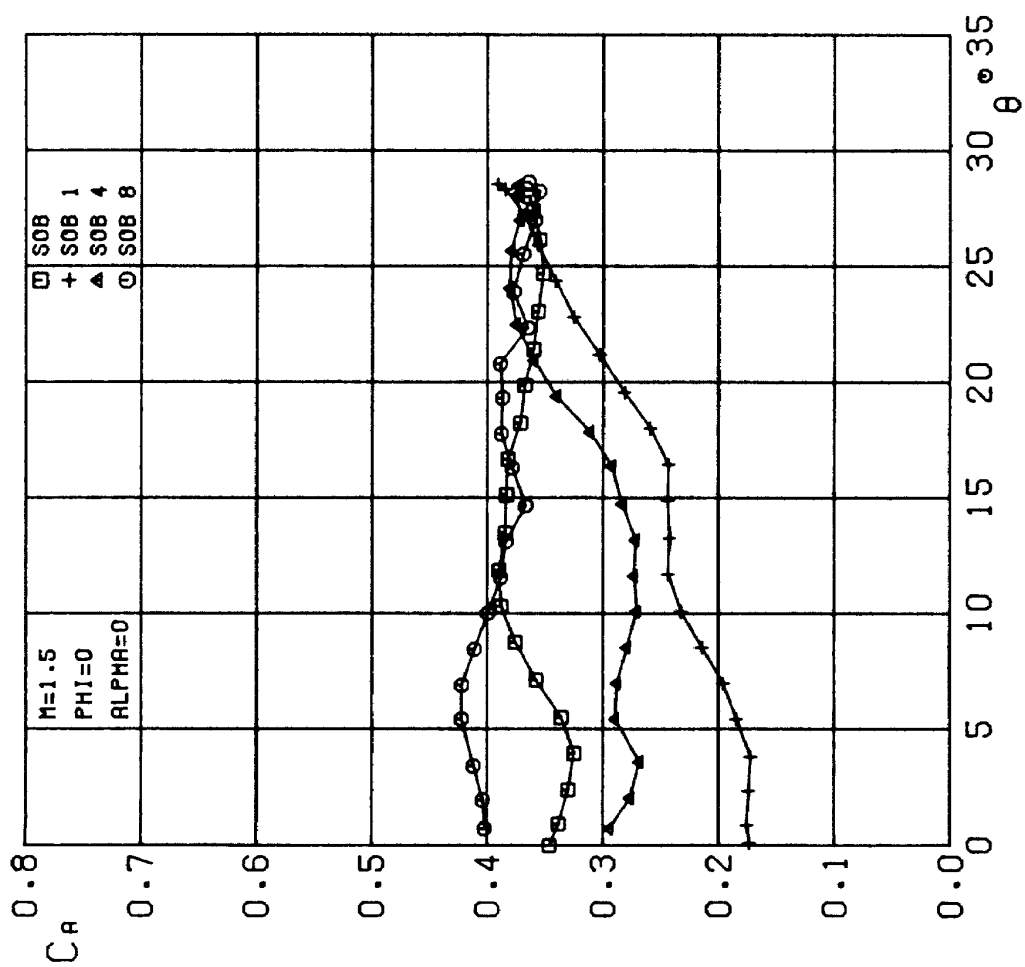


図 93 軸力係数～分離角 (マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0° , 補助ロケット本数による比較)

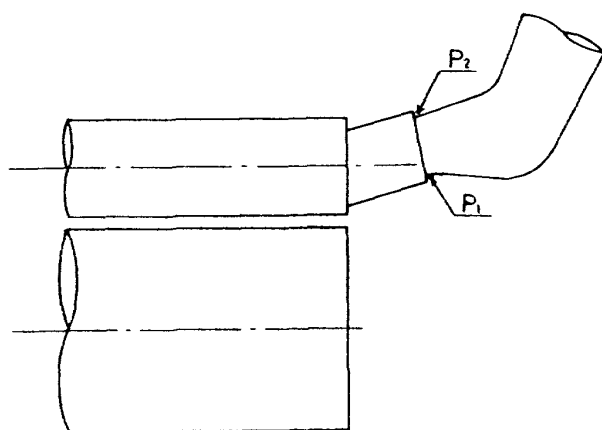


図 95 底面圧力測定点

例えば C_{P1} , C_{P2} 共に補助ロケット単体の時よりかなり値が大きくなっている。この原因は、シュリーレン写真をみると、主に主胴体先端から出た衝撃波が風洞壁で反射しその反射波が補助ロケット尾部の圧力を上昇させているからと考えられる。ちなみに、 $M=2.0$ では衝撃波の角度が小さくなるので反射波が尾部に当たることがないので、底面圧は補助ロケット単体のときよりわずかに高い程度で、この分が主胴体の存在による干渉効果によるものと思われる。さらに、補助ロケットの本数が増加していった場合、底面圧は1本の時と比べ4本付ではほぼ同じであるが、8本付の場合では補助ロケットが相互に近接して来るので干渉効果も大きくなり値もかなり増加している。

各試験状態相互の軸力を比較する場合、前述した通り各状態により底面圧に違いがみられるので、底面抗力を除いた前面軸力係数の形で各試験状態での比較を行なうことにする。しかし、今回測定した2点の底面圧にはかなりの違いがみられ、底面抗力係数を正しく求めるには測定点が十分とは云えない。今回測定された2点の圧力値はその位置から考えて上下の限界値であると考えられるので、それぞれの圧力が補助ロケット平行部断面に一樣に掛ったとして底面抗力係数を求め、それらを軸力係数から差し引いた二つの前面抗力係数 C_{AF1} と C_{AF2} を示すことにより、真値の存在範囲が限られてくるので、これを参考にして各状態での軸力の比較を行なう。

図98および図99にマッハ数1.5および2.0での軸力係数 C_A (□印), C_{P1} および C_{P2} がそれぞれ底面部に一樣に掛ったとして求めた前面抗力係数 C_{AF1} (○印) と C_{AF2} (△印) を示した。前面抗力係数の真値は C_{AF1} と C_{AF2} の間か又はそれに近い所にあると思われる。筆者の内の一人が行なった胴体相互の干渉試験および軸力

の近似的な推算法^{8) 9)} によれば、主胴体の補助ロケットへ及ぼす干渉効果は極くわずかではあるが軸力を増加させ、補助ロケットが90°毎に4本付いても補助ロケット相互間の距離がかなりあるので $M=1.5$ でわずかに増加するだけで、 $M=2.0$ では干渉効果はほとんどない。45°毎に8本付いた場合では補助ロケットが相互にかなり近接してくるので、干渉効果も顕著に現われてくる。図98と図99の C_{AF1} 又は C_{AF2} についても $\theta = 0^\circ$ に限ればほぼこれと同様の結果が得られている。

次に、マッハ数1.5および2.0について、バンク角0°、迎角0°で相対位置が変わった時の軸力を考察する。

図100と図101にA列(主胴体と補助ロケット中心軸間距離44.1mm)および図102と図103にB列(中心軸間距離70.6mm)の $M=1.5$ および2.0での C_A , C_{P1} , C_{P2} を軸方向の移動距離 X に対し図示した。 C_{P1} と C_{P2} の変化の様子はマッハ数1.5では相対位置A-Iを基準として比べるとA-II, B-I, B-IIで値が低くなっている以外はほぼ同じ値を示す。マッハ数2.0での底面圧力係数は C_{P1} および C_{P2} 共に補助ロケット単体の結果よりわずかに高い程度で、また、各相対位置での値もさほどの変化はみられない。

次に C_{AF1} , C_{AF2} について調べる。図104と図105にA列、図106と図107にB列の $M=1.5$ および2.0での結果を示した。マッハ数1.5では、A列およびB列共に θ の小さい範囲に限ってみれば X の増加につれ前面抗力係数は減少していることがわかる。また、補助ロケット単体の値とはほぼ同一となるのは相対位置A-IIの場合であり、A-III, A-IV, B-III, B-IVではそれより低くなる。A列とB列で前面抗力係数を比べると、A-IはB-Iより大きく、A-IIはB-IIより小さく、A-IIIとB-III, A-IVとB-IVはそれぞれほぼ等しくなっている。マッハ数2.0での前面抗力係数はA列では θ の小さい範囲で X の増加につれ小さくなっており、B列ではB-Iの時よりB-IIの方が大きくB-III, B-IVで順次小さくなっている。A列とB列で前面抗力係数を比べると、A-IはB-Iより大きく、A-IIとB-II, A-IIIとB-III, A-IVとB-IVでは逆にB列の方が大きい。

以上、相対位置の違いにより前面抗力係数に変化がみられるのは、主胴体に固定された補助ロケット頭部から出た衝撃波と力を計測している補助ロケットの頭部との位置関係に依るもので、その衝撃波が変角する補助ロケット頭部に当たるとその部分で圧力上昇がみられるので抗力は増大する。軸方向の移動距離の大きな所で、補助ロケット単体の時より抗力が小さくなるのは、変角する補助ロケットが固定された補助ロケット

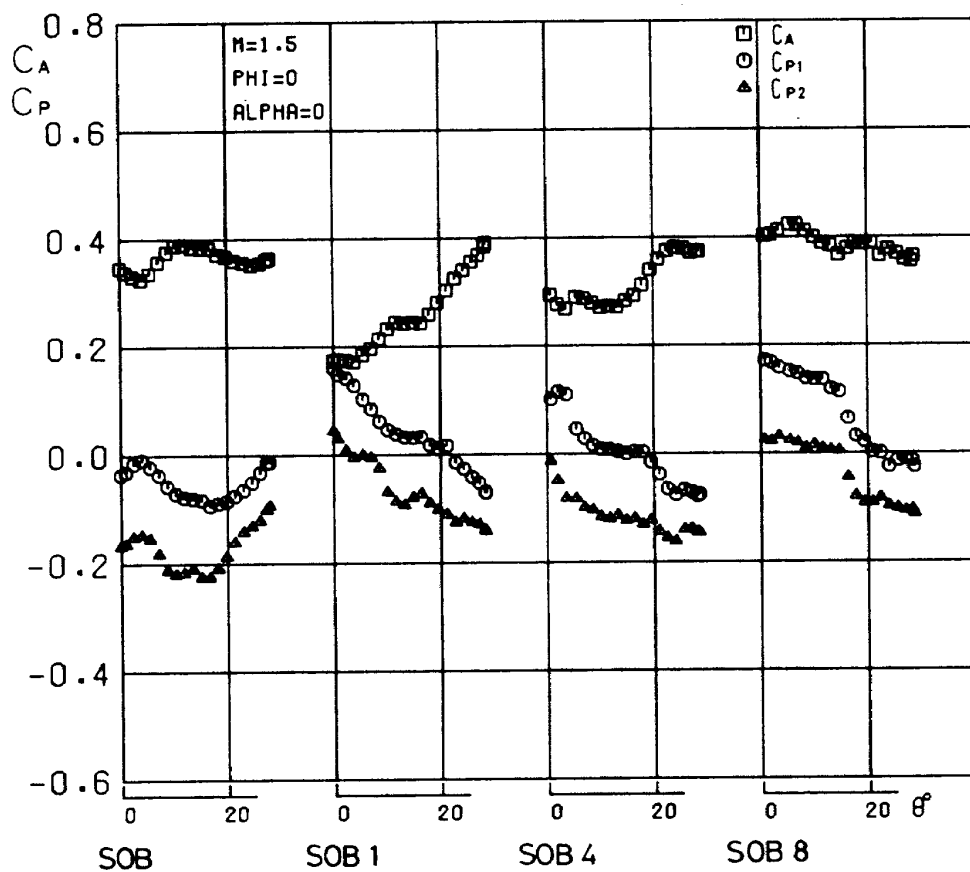


図 96 軸力係数，底面圧力係数の補助ロケット本数による比較
(マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0°)

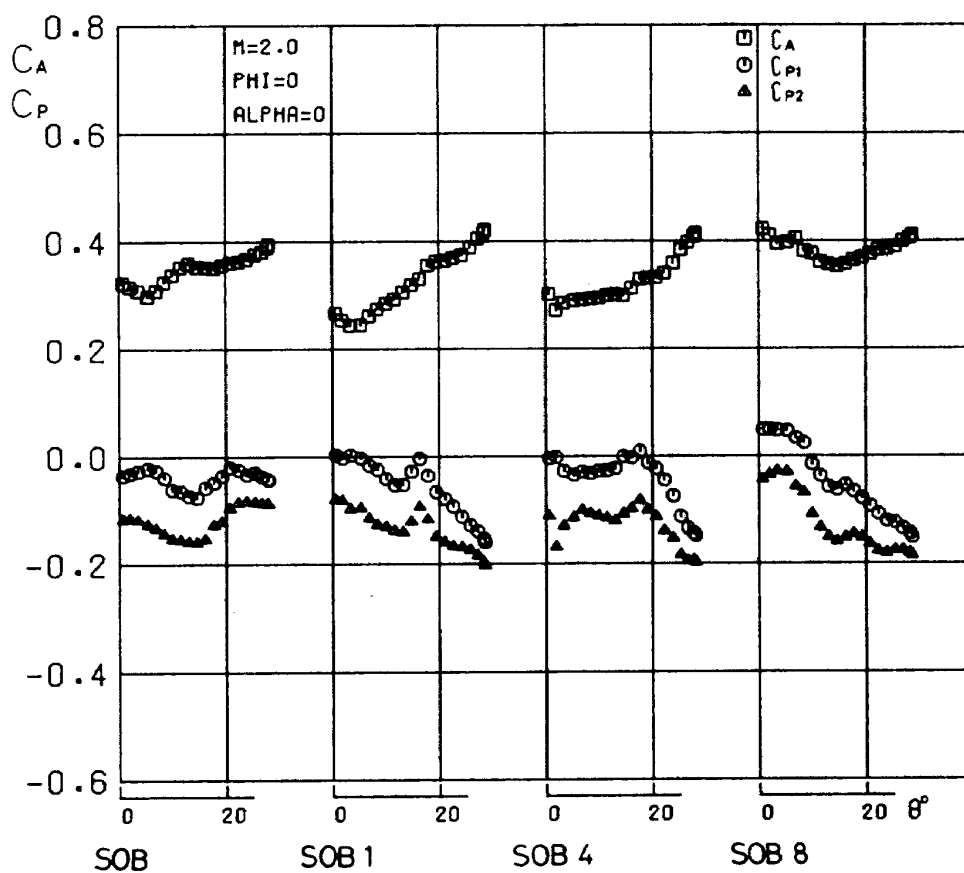


図 97 軸力係数，底面圧力係数の補助ロケット本数による比較
(マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0°)

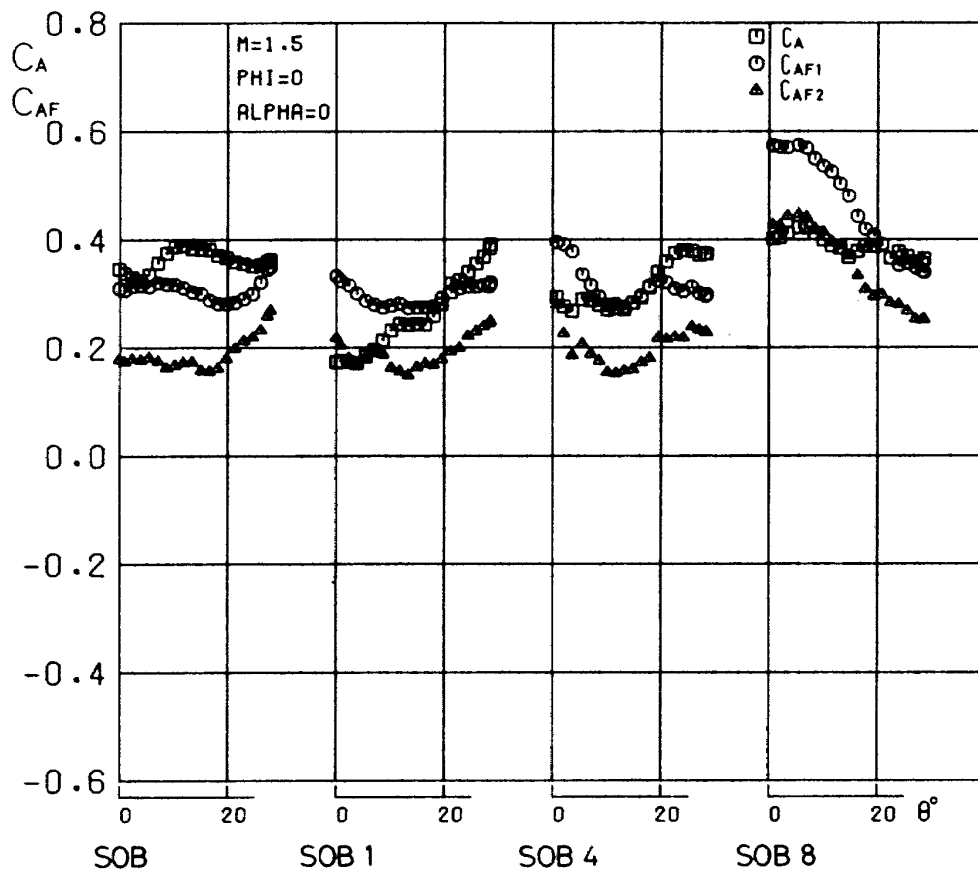


図 98 軸力係数，前面軸力係数の補助ロケット本数による比較
(マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0°)

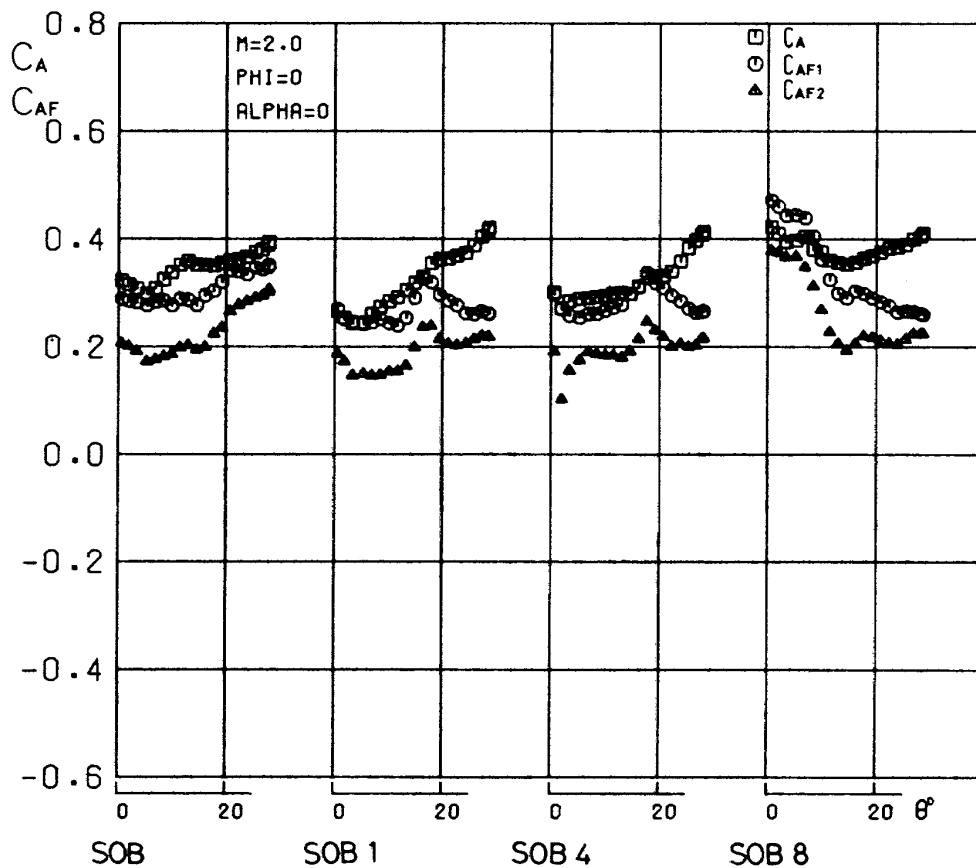


図 99 軸力係数，前面軸力係数の補助ロケット本数による比較
(マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0°)

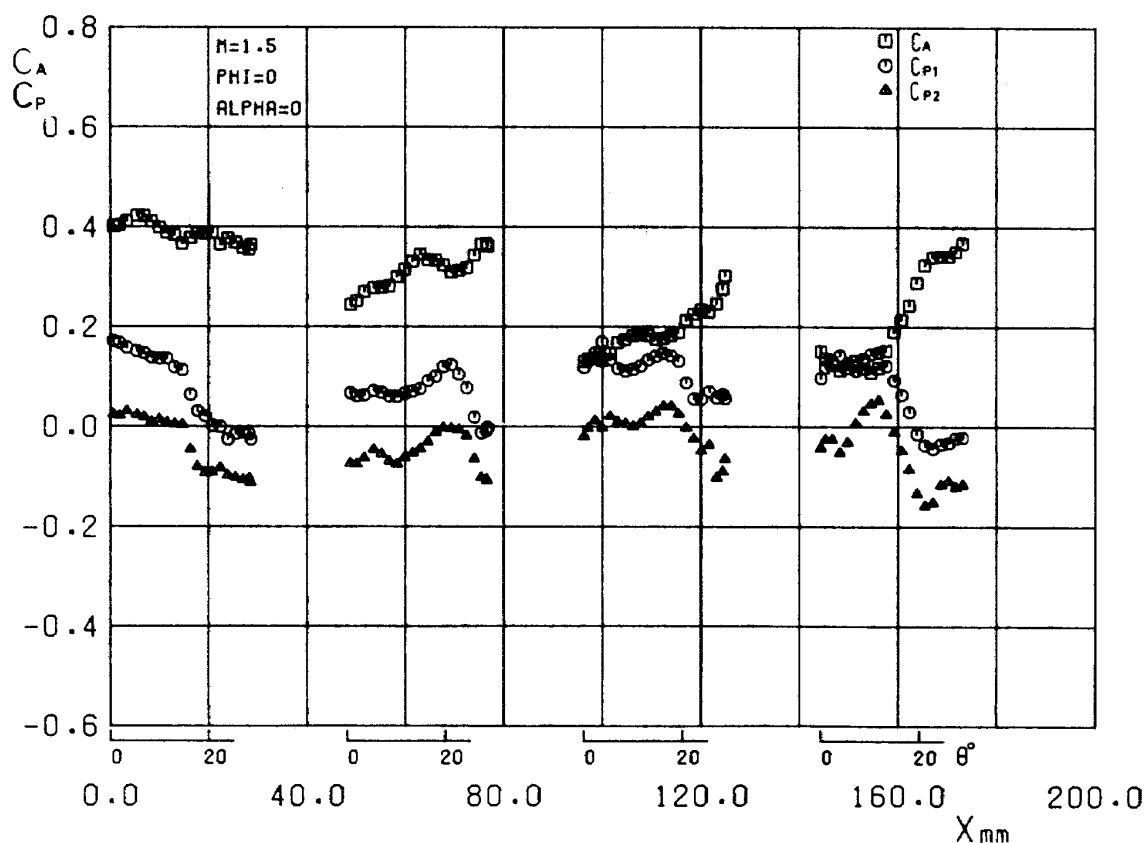


図 100 軸力係数, 底面圧力係数～移動距離
(A列, マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0°)

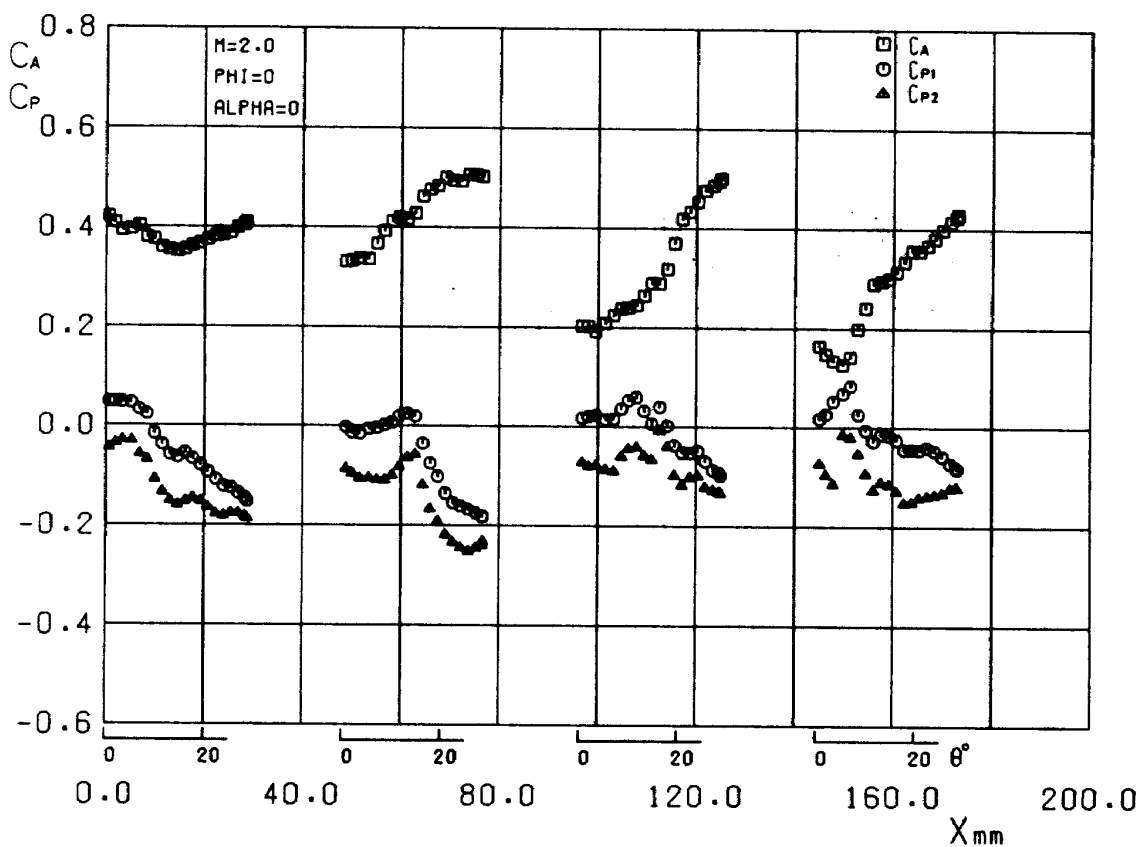


図 101 軸力係数, 底面圧力係数～移動距離
(A列, マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0°)

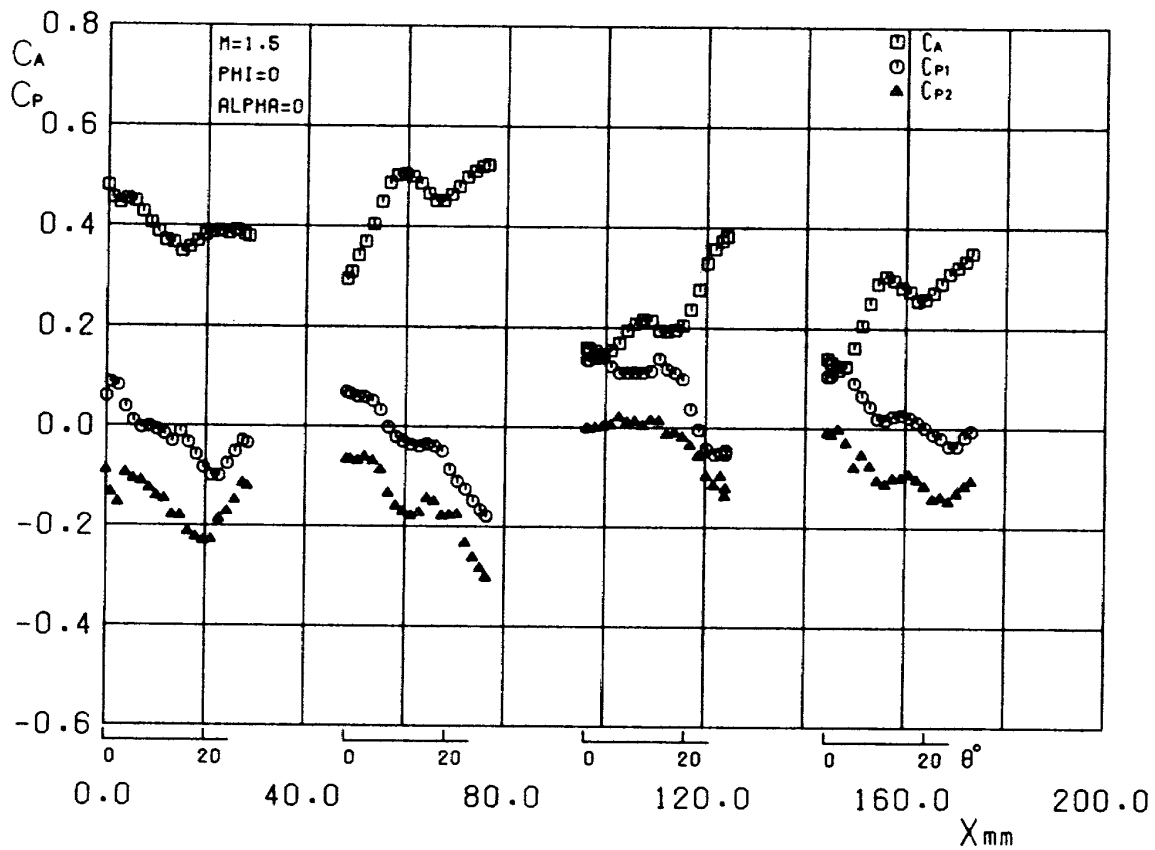


図 102 軸力係数, 底面圧力係数～移動距離
(B列, マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0°)

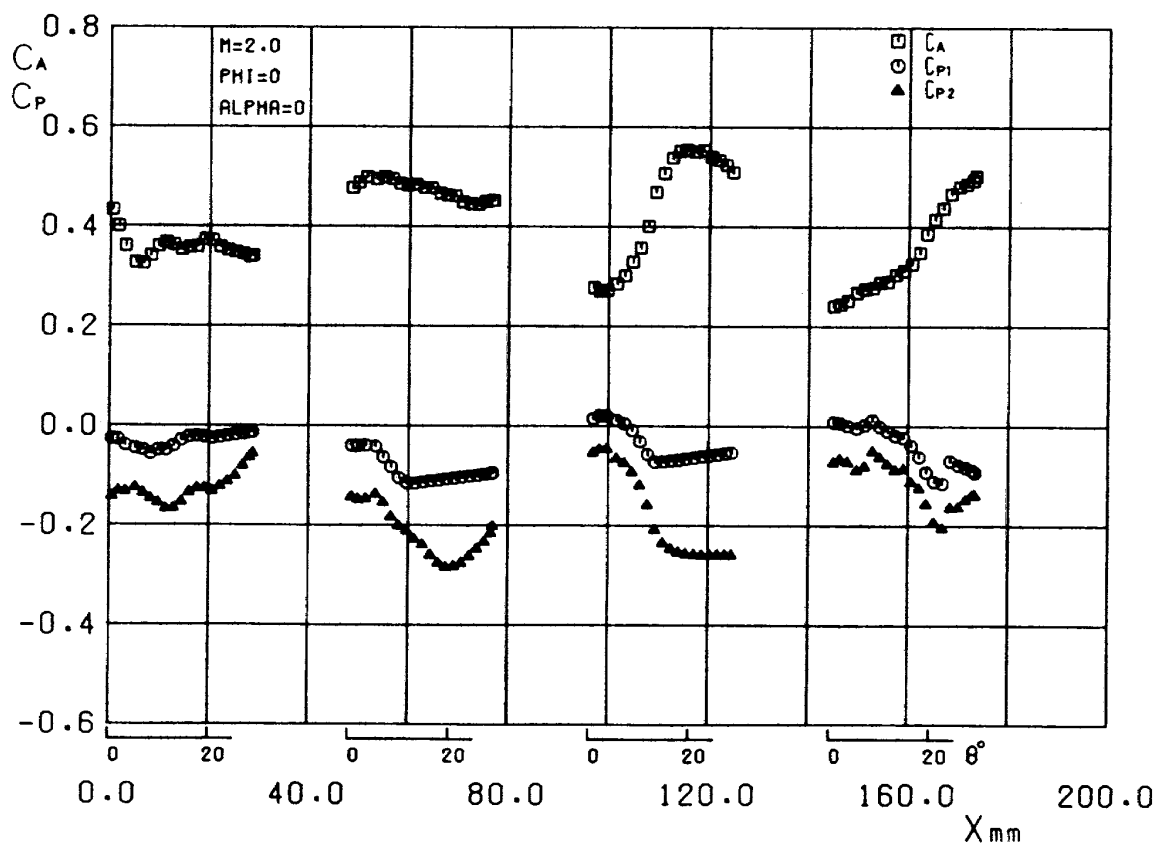


図 103 軸力係数, 底面圧力係数～移動距離
(B列, マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0°)

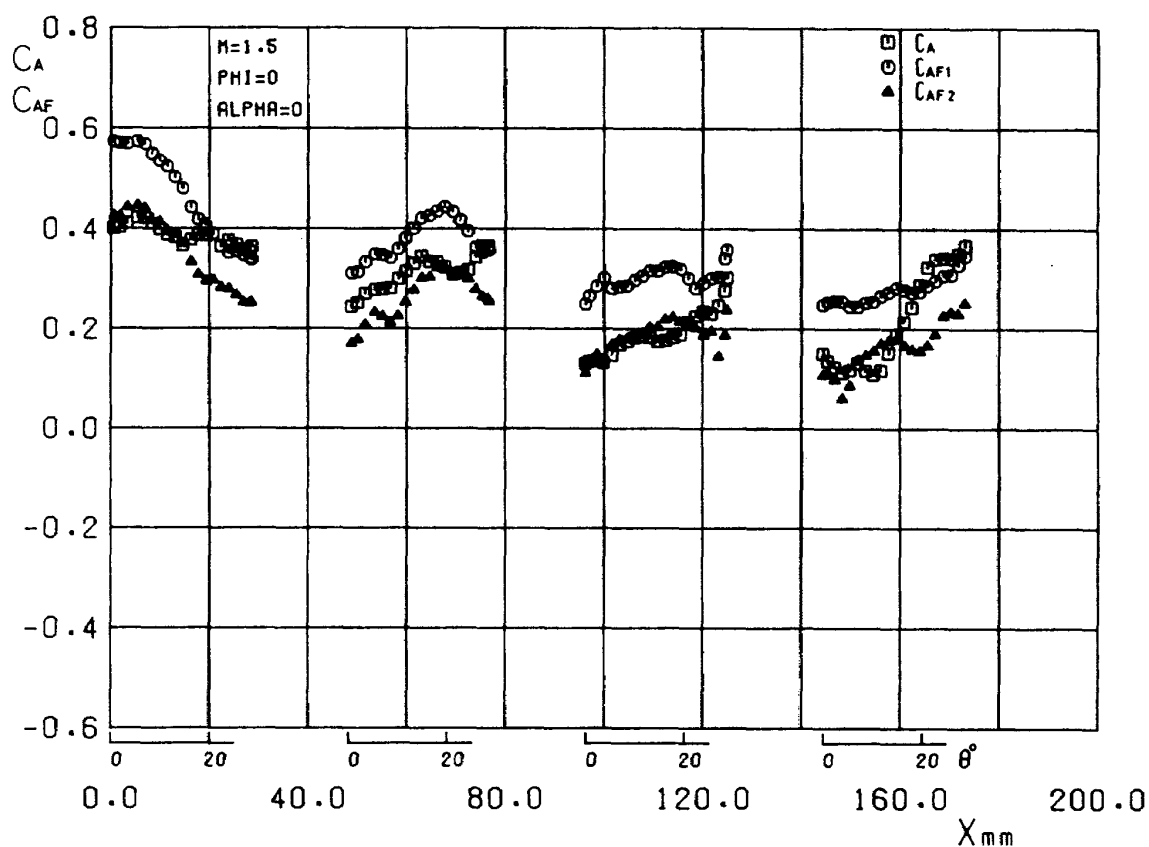


図 104 軸力係数，前面軸力係数～移動距離
(A列，マッハ数 1.5，バンク角 0° ，迎角 0°)

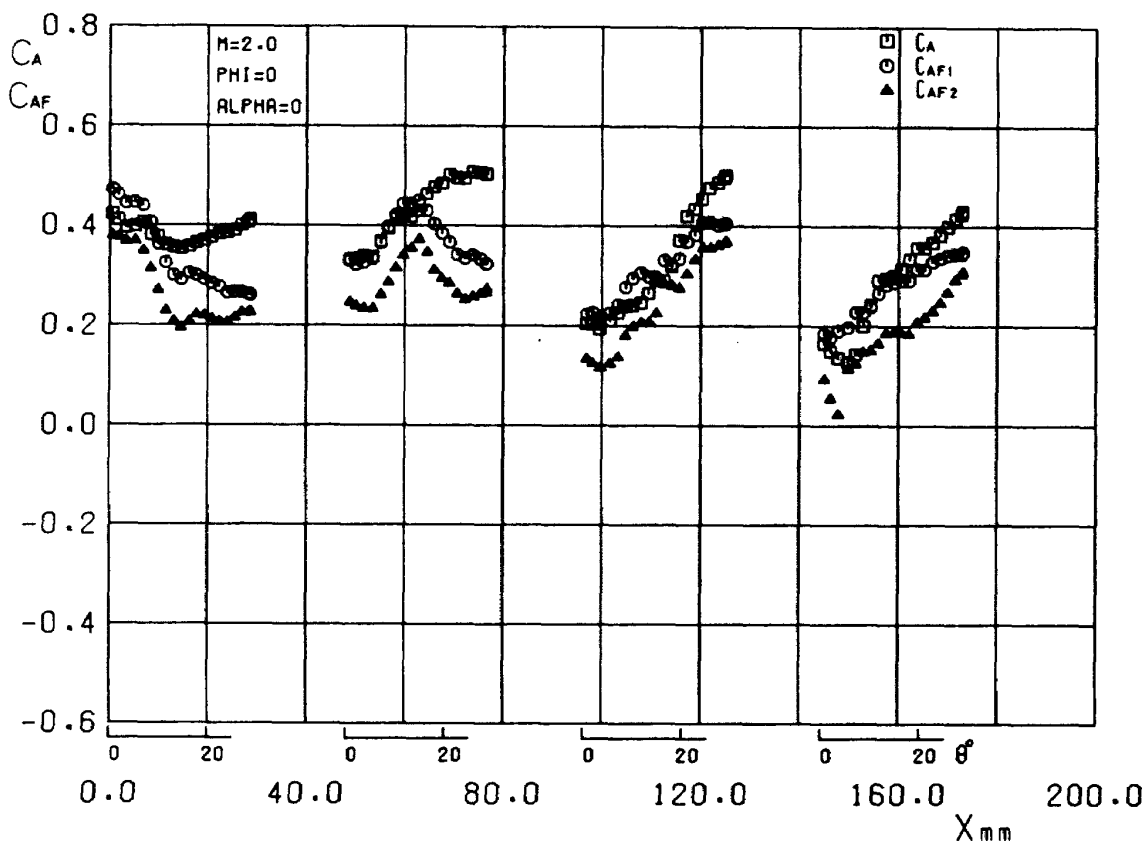


図 105 軸力係数，前面軸力係数～移動距離
(A列，マッハ数 2.0，バンク角 0° ，迎角 0°)

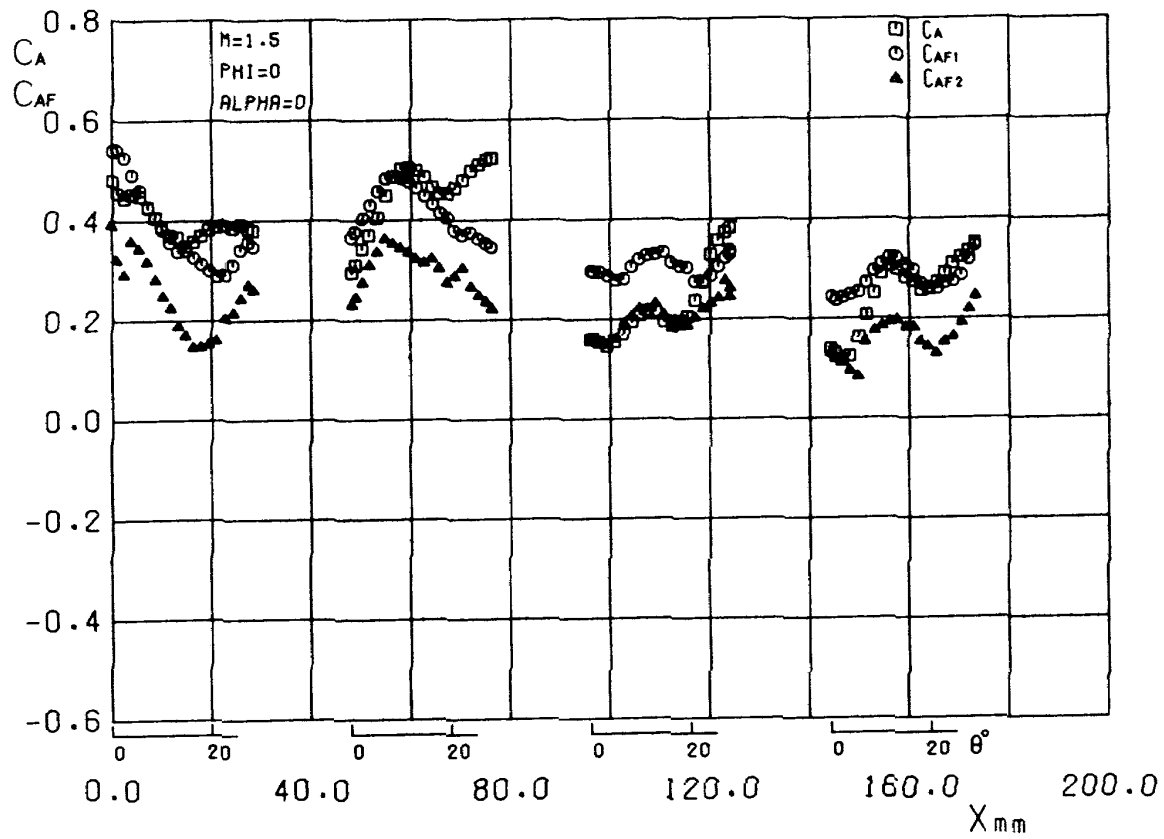


図 106 軸力係数, 前面軸力係数～移動距離
(B列, マッハ数 1.5, バンク角 0° , 迎角 0°)

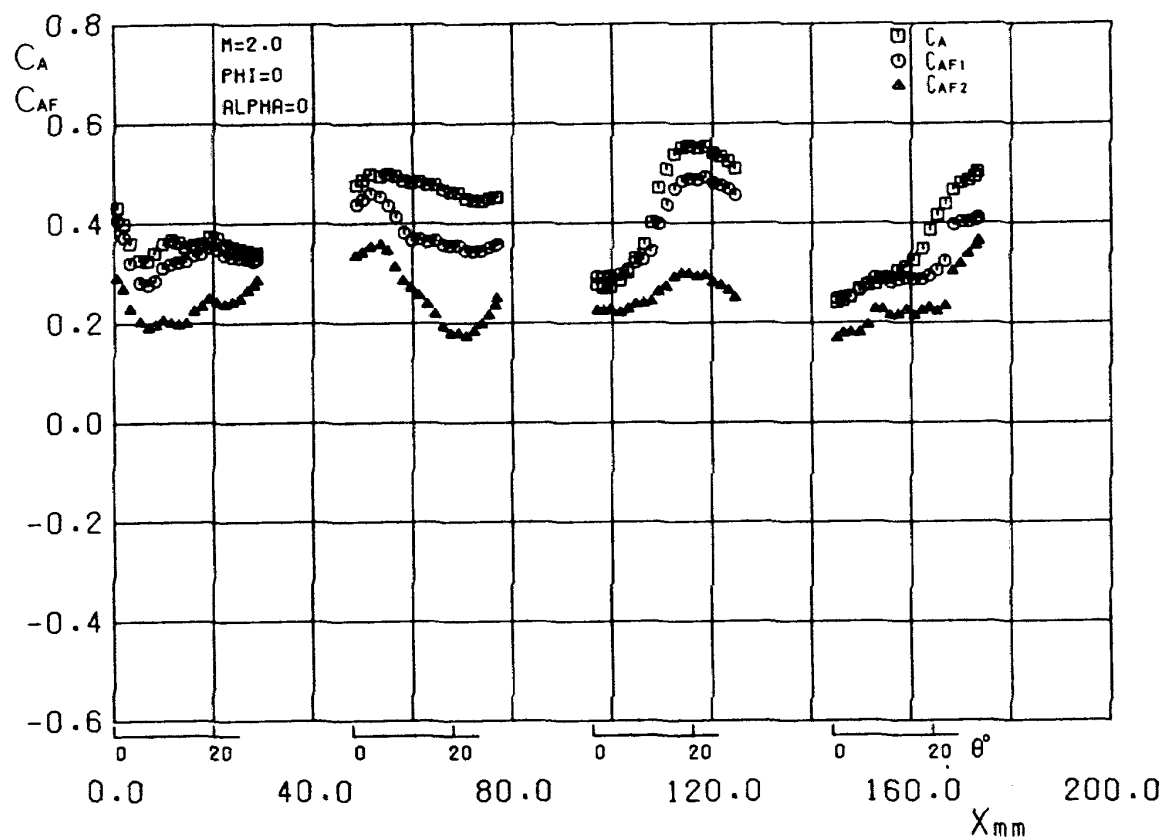


図 107 軸力係数, 前面軸力係数～移動距離
(B列, マッハ数 2.0, バンク角 0° , 迎角 0°)

頭部から出たかなり強い衝撃波の後方に位置する様になるので、衝撃波による総圧損失の影響を受けるためと思われる。

分離角変化に対する軸力の変化の様子は各々の試験状態でかなり異なり一定の傾向を読み取ることは困難である。

5.6 曲線の当てはめ

各試験状態で得られた試験結果を適当な数式で表示しておく、実際に設計データとして利用するに当たって都合が良いであろうと思われるので、特に C_N および C_m について曲線の当てはめを行なった。

曲線のあてはめを行なうための数式としては3次と5次の多項式を採用してみたが、分離角 40° 以上で増分の減少がみられるところがあるので、5次の多項式の方が良い結果が得られる様である。しかし、今回ここに示した近似式は $\theta=0^\circ$ での垂直力係数傾斜等の局所的な特性を検討するためには必ずしも適当ではなく、その為にはその近傍で測定点を稠密に取って、その範囲で曲線のあてはめを行ないその結果を使った方が良いと考える。今回、曲線の当てはめに用いたデータ数は遷音速風洞の結果については分離角範囲 $0\sim45^\circ$ の間で11点、超音速風洞の結果にあっては略1度のデータを使い23～30点である。

表7～表8に C_N および C_m について曲線のあてはめにより得られた結果を示した。

表で書かれている記号は以下の通りである。

当てはめに用いた曲線の式

$$v = C_0 + C_1\theta + C_2\theta^2 + C_3\theta^3 + C_4\theta^4 + C_5\theta^5$$

残差の平均

$$\sigma = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{ Y_i - v(\theta_i) \}$$

残差の自乗平均の平方根

$$\mu = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{ Y_i - v(\theta_i) \}^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

ここに、 Y_i は分離角 θ_i での実験値、 $v(\theta_i)$ は近似式に $\theta = \theta_i$ を代入して得た値である。 N はデータの数。

ここにおいて、 σ は十分零に近い値でないとき当てはめられた曲線に偏倚が存在することになり不都合である。また μ からは実験値のバラツキの程度が推測され、今回の場合では、この値が0.1以下ならば当てはめられた曲線は十分信頼できるものと判断される。

なお、今回求めた近似曲線の適用範囲は曲線のあてはめに用いたデータの分離角の範囲を越えるものではなく、この式からより大きな分離角での値を推定する

ことは出来ない。

6. ま と め

今回、初めて全機形状での補助ロケットの分離を模擬する風洞実験を実施したが、試験装置および試験結果について以下の結論を得た。

1) 補助ロケット分離試験装置については、測定部断面 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 吹出式超音速風洞および循環式の遷音速風洞で、種々の模型状態に対し補助ロケットの分離角は支障なく設定され、6分力空力データが得られた。ただ、天秤支持系が補助ロケット底面部の圧力に影響を与えることが判ったが、この点に関しては底面部の圧力を数点測定することにより補正可能と考える。

2) 本試験で使用した外径 17mm の内挿式6分力天秤はモーメント・タイプのもので、小型化が主眼であったので天秤容量は十分に取れなかったが、温度ドリフトが小さく再現性の良い結果が得られた。

3) 試験に当っては、マッハ数、相対位置、バンク角、迎角を種々設定して、補助ロケットの分離角を変化させ6分力データを取得したが、今回測定した分離角範囲では、 C_N 、 C_m 、 X_{CPN} 、 C_Y 、 C_{NB} については得られた値をそのまま実際の設計データとして適用できると考えるが、 C_A については実機とのレイノルズ数の補正のほかに底面部の圧力を数点測定し底面抗力の補正を施す必要がある。

4) 力計測を行なった補助ロケットのノズル部については、天秤を装着する関係で実機と相似にすることが出来なかったが、それによる差違は縦および横方向の特性については微少である。

5) 今回の分離試験にあっては、力計測を行なった補助ロケット以外は主胴体に固定されたままで試験を行なったが、補助ロケット相互の位置が特性にかなり影響を与えるので、分離時の特性を正確に把握するにはすべての補助ロケットについて分離を模擬した試験を行なうことが望ましい。

以上から、実機開発に当って、補助ロケットの分離解析、飛しょう解析に必要なデータを提供する為の手段として、本試験装置は底面抗力の問題に留意すれば十分実用に堪え得るものと考えられる。

なお、風洞試験に当っては遷音速風洞制御研究室 萩原室長、同計測研究室 竹内室長、吹出式超音速風洞制御研究室 河本室長はじめ風洞関係者の御助力の甚大であったことを付記します。

表 7 垂直力係数および縦揺れモーメント係数対分離角曲線の5次多項式による曲線のあてはめ
(遷音速風洞試験結果)

NC	MODEL CONDISION	M	C0	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU
55	A-I, PHI=0, ALPHA=-10	1.099	CN -0.5301E 0 CM -0.3114E -1	0 0.7535E -1 0.2406E -1	-0.3934E -3 0.1639E -2	-0.8780E -4 -0.1565E -3	0.8395E -5 0.6672E -5	-0.1111E -6 -0.7354E -7	0.6831E -6 0.1029E -5	0.1745E -1 0.8403E -2
66	A-I, PHI=0, ALPHA=-5	1.099	CN -0.5024E 0 CM 0.5753E -2	0 0.9563E -1 0.3008E -1	-0.5322E -2 -0.2253E -4	0.2981E -3 0.1038E -4	0.4250E -6 0.2635E -5	-0.7145E -7 -0.4614E -7	0.1489E -4 0.9642E -6	0.1466E -1 0.7810E -2
77	A-I, PHI=0, ALPHA=0	1.100	CN -0.2814E 0 CM 0.7393E -1	0 0.7078E -1 0.3871E -1	-0.4827E -2 -0.1899E -2	0.4722E -3 0.2222E -3	-0.5003E -5 -0.3341E -5	-0.3643E -7 0.1932E -8	0.7647E -4 0.3564E -5	0.3464E -1 0.1411E -1
89	A-I, PHI=0, ALPHA=5	1.102	CN -0.2893E 0 CM 0.6713E -1	0 0.1526E 0 0.4843E -1	-0.2009E -1 -0.1548E -2	0.1750E -2 0.3119E -3	-0.4404E -4 -0.7469E -5	0.3460E -6 0.4239E -7	0.2506E -2 0.1659E -7	0.4910E -1 0.4593E -2
100	A-I, PHI=0, ALPHA=10	1.102	CN -0.9334E -1 CM 0.1754E 0	-0.1512E -1 -0.4501E -1	0.2380E -2 0.1017E -1	0.7213E -3 -0.1401E -3	-0.2363E -4 -0.4077E -6	0.1930E -6 0.2007E -8	0.1166E -1 0.3037E -6	0.8449E -1 0.2277E -1
155	A-I, PHI=-45, ALPHA=-10	1.101	CN -0.5621E 0 CM 0.5815E -2	0 0.1575E 0 0.4489E -1	-0.1041E -1 -0.1760E -2	0.5493E -3 0.8713E -4	-0.7318E -5 0.7340E -6	0.1426E -7 -0.2804E -7	0.2647E -4 0.5764E -6	0.2747E -1 0.5089E -2
144	A-I, PHI=-45, ALPHA=-5	1.101	CN -0.3677E 0 CM 0.5034E -1	0 0.7778E -1 0.2783E -1	-0.5450E -2 -0.2526E -3	0.4112E -3 0.6417E -4	-0.2920E -5 0.1027E -5	-0.4845E -7 -0.3411E -7	0.2866E -4 0.1723E -5	0.2440E -1 0.6058E -2
133	A-I, PHI=-45, ALPHA=0	1.102	CN -0.2528E 0 CM 0.9082E -1	0 0.6808E -1 0.3861E -1	-0.4561E -2 -0.2165E -2	0.4470E -3 0.2447E -3	-0.4082E -5 -0.4006E -5	-0.4766E -7 0.8360E -8	0.8084E -4 0.5167E -5	0.3126E -1 0.1249E -1
122	A-I, PHI=-45, ALPHA=5	1.100	CN -0.9074E -2 CM 0.1400E 0	0 0.3484E -1 0.5402E -1	-0.4159E -2 -0.4836E -2	0.8855E -3 0.5341E -3	-0.2534E -4 -0.1356E -4	0.2109E -6 0.1030E -6	0.1159E -3 -0.4159E -5	0.5416E -1 0.5127E -2
111	A-I, PHI=-45, ALPHA=10	1.099	CN 0.2515E 0 CM 0.5304E 0	0 0.1914E 0 0.1515E -2	0.3252E -1 0.2098E -2	0.2909E -2 0.2547E -3	-0.8107E -4 -0.8985E -5	0.7201E -6 0.7249E -7	-0.3957E -4 0.9561E -5	0.4123E -1 0.2805E -1
179	A-I, PHI=-90, ALPHA=-10	1.100	CN 0.1899E 0 CM 0.3186E 0	0 0.1389E 0 0.3813E -1	-0.1277E -1 -0.2663E -2	0.9942E -3 0.3133E -3	-0.2098E -4 -0.6742E -5	0.1281E -6 0.3914E -7	0.6839E -5 -0.2165E -5	0.2585E -1 0.7179E -2
192	A-I, PHI=-90, ALPHA=-5	1.099	CN -0.3057E 0 CM 0.9148E -1	0 0.1433E 0 0.4716E -1	-0.1904E -1 -0.3512E -2	0.1529E -2 0.3427E -3	-0.3679E -4 -0.7060E -5	0.2867E -6 0.4037E -7	0.3931E -4 0.2628E -6	0.5364E -1 0.8591E -2
203	A-I, PHI=-90, ALPHA=0	1.100	CN -0.2786E 0 CM 0.7608E -1	0 0.6907E -1 0.3667E -1	-0.4421E -2 -0.1821E -2	0.4053E -3 0.2132E -3	-0.2188E -5 -0.2963E -5	-0.7061E -7 -0.2539E -8	0.8736E -4 0.4535E -5	0.2963E -1 0.1511E -1
214	A-I, PHI=-90, ALPHA=5	1.103	CN 0.3040E -1 CM 0.2070E 0	-0.4092E -1 0.2866E -1	-0.1915E -2 -0.1627E -2	0.3319E -3 0.2309E -3	-0.1889E -5 -0.3931E -5	-0.6164E -7 0.9621E -8	0.3281E -4 0.1231E -5	0.2143E -1 0.1027E -1
226	A-I, PHI=-90, ALPHA=10	1.102	CN 0.7088E 0 CM 0.6457E 0	0 0.8457E -1 -0.1517E -1	-0.4839E -2 0.2793E -2	0.4857E -3 0.2926E -4	-0.7678E -5 0.3641E -7	0.7512E -8 -0.1982E -7	0.3322E -4 0.1085E -5	0.4048E -1 0.1215E -1

表 7 続き

NC	MODEL CONDISION	M	C0	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU
251	A-I, PHI=0, ALPHA=-10	1.301 CN CM	-0.3374E 0 -0.4978E -1	0.6060E -1 0.2757E -1	-0.6235E -3 0.1006E -2	-0.4487E -4 -0.9821E -4	0.8703E -5 0.5455E -5	-0.1314E -6 -0.6866E -7	-0.64448F -5 -0.2049F -6	0.1978E -1 0.6914E -2
264	A-I, PHI=0, ALPHA=-5	1.300 CN CM	-0.2246E 0 -0.9377E -2	0.9751E -1 0.4040E -1	-0.1053E -1 -0.1962E -2	0.7774E -3 0.1814E -3	-0.1366E -4 -0.2471E -5	0.6429F -7 0.1582F -8	0.3188F -4 0.1911F -5	0.3474E -1 0.1180E -1
275	A-I, PHI=0, ALPHA=0	1.301 CN CM	-0.1282E 0 0.1191E -1	0.1242E 0 0.6121E -1	-0.1794E -1 -0.5392E -2	0.1563E -2 0.5257E -3	-0.3875E -4 -0.1340E -4	0.3123F -6 0.1096F -6	0.3051F -5 0.1609F -5	0.2108E -1 0.5382E -2
286	A-I, PHI=0, ALPHA=5	1.300 CN CM	-0.4264E -1 0.8953E -1	0.3730E -1 0.1906E -1	-0.5913E -3 0.3149E -2	0.6021E -3 0.1140E -3	-0.1555E -4 -0.5089E -5	0.9800E -7 0.4553F -7	0.1412F -4 0.2886F -5	0.2912E -1 0.1497E -1
297	A-I, PHI=0, ALPHA=10	1.301 CN CM	0.1733E -1 0.1908E 0	-0.9337E -1 -0.1031E 0	0.2094E -1 0.2305E -1	-0.5261E -3 -0.9743E -3	0.9784E -5 0.2028E -4	-0.1118F -6 -0.1700F -6	0.1192F -4 -0.3360F -6	0.1995E -1 0.8563F -2
352	A-I, PHI=-45, ALPHA=-10	1.302 CN CM	-0.1576E 0 0.4338E -1	0.1224E 0 0.4583E -1	-0.1278E -1 -0.3494E -2	0.8872E -3 0.2674E -3	-0.1736E -4 -0.4828E -5	0.1083F -6 0.2531F -7	0.7392F -5 0.8064F -6	0.1920E -1 0.3808E -2
341	A-I, PHI=-45, ALPHA=-5	1.301 CN CM	-0.1701E 0 0.1181E -1	0.1169E 0 0.5140E -1	-0.1639E -1 -0.4393E -2	0.1269E -2 0.3794E -3	-0.2784E -4 -0.8220E -5	0.1975E -6 0.5603F -7	0.2155F -5 0.9374F -6	0.4789E -1 0.1362E -1
330	A-I, PHI=-45, ALPHA=0	1.300 CN CM	-0.1048E 0 0.2483E -1	0.1012E 0 0.4809E -1	-0.1514E -1 -0.3726E -2	0.1417E -2 0.4380E -3	-0.3545E -4 -0.1140E -4	0.2850F -6 0.9325F -7	-0.7215F -5 0.3719F -5	0.1551E -1 0.5033E -2
319	A-I, PHI=-45, ALPHA=5	1.300 CN CM	-0.6233E -1 0.8281E -1	0.1067E 0 0.4583E -1	-0.1252E -1 -0.1814E -2	0.1343E -2 0.3936E -3	-0.3479E -4 -0.1188E -4	0.2762E -6 0.1064F -6	0.5782F -4 0.4489F -5	0.3216F -1 0.1268E -1
308	A-I, PHI=-45, ALPHA=10	1.301 CN CM	0.3221E 0 0.3806E 0	0.1116E 0 0.2896E -1	-0.8242E -2 0.3399E -2	0.1133E -2 0.5850E -4	-0.3105E -4 -0.3297E -5	0.2458F -6 0.2644F -7	0.5774F -4 0.9422F -6	0.5278E -1 0.1708E -1
363	A-I, PHI=-90, ALPHA=-10	1.301 CN CM	0.3284E 0 0.2722E 0	0.1636E 0 0.5934E -1	-0.1688E -1 -0.5102E -2	0.1345E -2 0.5020E -3	-0.3277E -4 -0.1320E -4	0.2629E -6 0.1123E -6	0.2007F -4 0.1287F -5	0.3222E -1 0.9649E -2
374	A-I, PHI=-90, ALPHA=-5	1.302 CN CM	-0.6733E -1 0.2706E -1	0.1304E 0 0.6548E -1	-0.1896E -1 -0.5977E -2	0.1618E -2 0.5551E -3	-0.3992E -4 -0.1417E -4	0.3204F -6 0.1171F -6	-0.4691F -5 0.4450F -5	0.2320F -1 0.7351E -2
385	A-I, PHI=-90, ALPHA=0	1.301 CN CM	-0.8623E -1 0.2444E -1	0.1037E 0 0.5160E -1	-0.1595E -1 -0.4468E -2	0.1457E -2 0.4784E -3	-0.3617E -4 -0.1229E -4	0.2892F -6 0.1000F -6	0.7293F -5 0.1643F -5	0.2542E -1 0.8830F -2
396	A-I, PHI=-90, ALPHA=5	1.301 CN CM	0.1386E 0 0.1414E 0	0.1127E 0 0.5085E -1	-0.1675E -1 -0.4628E -2	0.1504E -2 0.4912E -3	-0.3747E -4 -0.1280E -4	0.3014F -6 0.1063F -6	-0.1028F -4 -0.2780F -6	0.1762E -1 0.4678E -2
407	A-I, PHI=-90, ALPHA=10	1.301 CN CM	0.9099E 0 0.5622E 0	0.6031E -1 0.1558E -1	-0.4535E -2 -0.1140E -2	0.7237E -3 0.3259E -3	-0.1916E -4 -0.9567E -5	0.1546F -6 0.8429F -7	-0.3094F -5 -0.2204F -5	0.9302E -2 0.4967E -2

表 7 続き

NC	MODEL	CONDISION	M	CO	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU
430	A-II, PHI=0, ALPHA=0		1.100	CN -0.1721E 0 CM 0.8803E -1	0 0.5911E -1 0 0.3553E -1	-0.4008E -2 -0.1572E -2	0.4116E -3 0.1930E -3	-0.4856E -5 -0.2513E -5	-0.2084E -7 -0.5948E -8	0.5841E -4 0.1997E -5	0.3740E -1 0.9682E -2
441	A-II, PHI=0, ALPHA=-10		1.302	CN -0.5519E 0 CM -0.8796E -1	0 0.1215E 0 0 0.3591E -1	-0.1127E -1 -0.1697E -2	0.5201E -3 0.8564E -4	-0.4677E -5 0.6904E -6	-0.1525E -7 -0.2621E -7	0.1732E -4 0.1355E -7	0.2789E -1 0.8925E -2
452	A-II, PHI=0, ALPHA=-5		1.302	CN -0.3073E 0 CM -0.3071E -1	0 0.8944E -1 0 0.4355E -1	-0.1016E -1 -0.3544E -2	0.6864E -3 0.2798E -3	-0.1122E -4 -0.4872E -5	0.4779E -7 0.2251E -7	0.9917E -2 0.1557E -5	0.6257E -1 0.1845E -1
463	A-II, PHI=0, ALPHA=0		1.301	CN -0.1585E 0 CM 0.1356E -1	0 0.9419E -1 0 0.5614E -1	-0.1290E -1 -0.5417E -2	0.1168E -2 0.5185E -3	-0.2795E -4 -0.1292E -4	0.2124E -6 0.1031E -6	-0.5430E -5 -0.3183E -7	0.2700E -1 0.1071E -1
474	A-II, PHI=0, ALPHA=5		1.300	CN -0.2303E 0 CM -0.5846E -2	0 0.8100E -1 0 0.2764E -1	-0.9662E -2 0.7677E -3	0.1157E -2 0.2488E -3	-0.3098E -4 -0.8105E -5	0.2541E -6 0.6949E -7	0.1471E -4 0.4583E -5	0.3345E -1 0.1295E -1
485	A-II, PHI=0, ALPHA=10		1.300	CN -0.1612E 0 CM 0.1224E 0	-0.02110E -1 -0.7039E -1	0.2718E -2 0.1275E -1	0.6412E -3 -0.2688E -3	-0.2143E -4 0.1901E -5	0.1839E -6 -0.6120E -8	-0.9355E -5 -0.1240E -5	0.2292E -1 0.1485E -1
508	A-II, PHI=-45, ALPHA=-10		1.302	CN -0.1792E 0 CM 0.6953E -1	0 0.1249E 0 0 0.2991E -1	-0.1428E -1 -0.2169E -2	0.8877E -3 0.1991E -3	-0.1641E -4 -0.3125E -5	0.9697E -7 0.9963E -8	0.1769E -4 0.3244E -6	0.4467E -1 0.7917E -2
519	A-II, PHI=-45, ALPHA=-5		1.302	CN -0.2103E 0 CM 0.1444E -1	0 0.7517E -1 0 0.4165E -1	-0.1025E -1 -0.3693E -2	0.8691E -3 0.3394E -3	-0.1871E -4 -0.7188E -5	0.1292E -6 0.4694E -7	0.5124E -5 0.9269E -6	0.2247E -1 0.9085E -2
530	A-II, PHI=-45, ALPHA=0		1.301	CN -0.1658E 0 CM 0.1230E -1	0 0.9679E -1 0 0.5418E -1	-0.1254E -1 -0.4664E -2	0.1098E -2 0.4523E -3	-0.2549E -4 -0.1101E -4	0.1879E -6 0.8550E -7	0.5369E -5 -0.2032E -5	0.3482E -1 0.8779E -2
541	A-II, PHI=-45, ALPHA=5		1.301	CN -0.1664E 0 CM 0.5502E -1	0 0.8715E -1 0 0.4530E -1	-0.7520E -2 -0.1707E -2	0.8366E -3 0.3291E -3	-0.1930E -4 -0.8965E -5	0.1259E -6 0.7093E -7	0.1746E -5 0.3622E -5	0.2528E -1 0.8560E -2
552	A-II, PHI=-45, ALPHA=10		1.301	CN -0.1830E -1 CM 0.2847E 0	0 0.1731E 0 0 0.3289E -1	-0.1550E -1 0.3159E -2	0.1330E -2 0.1989E -4	-0.3373E -4 -0.1435E -5	0.2687E -6 0.4592E -8	-0.2760E -4 0.5112E -6	0.3247E -1 0.9089E -2
583	A-II, PHI=-90, ALPHA=-10		1.302	CN 0.6942E 0 CM 0.4215E 0	0 0.4478E -1 0 0.4984E -2	-0.4019E -2 0.7038E -3	0.5799E -3 0.2073E -3	-0.1401E -4 -0.6483E -5	0.1031E -6 0.5642E -7	-0.1777E -5 0.6401E -7	0.1889E -1 0.4930E -2
594	A-II, PHI=-90, ALPHA=-5		1.302	CN -0.1043E 0 CM 0.3686E -1	0 0.7517E -1 0 0.5159E -1	-0.8489E -2 -0.4280E -2	0.8770E -3 0.4434E -3	-0.2097E -4 -0.1117E -4	0.1575E -6 0.8947E -7	-0.6089E -6 0.2130E -5	0.2065E -1 0.4786E -2
608	A-II, PHI=-90, ALPHA=0		1.302	CN -0.2184E 0 CM -0.1296E -1	0 0.1306E 0 0 0.6871E -1	-0.1828E -1 -0.7301E -2	0.1461E -2 0.6263E -3	-0.3474E -4 -0.1557E -4	0.2690E -6 0.1264E -6	-0.6708E -5 -0.5732E -5	0.2507E -1 0.9844E -2
619	A-II, PHI=-90, ALPHA=5		1.302	CN 0.1305E 0 CM 0.1517E 0	0 0.6088E -1 0 0.4155E -1	-0.9272E -2 -0.4615E -2	0.9546E -3 0.4938E -3	-0.2258E -4 -0.1256E -4	0.1659E -6 0.1011E -6	-0.3578E -5 -0.2911E -5	0.2980E -1 0.1092E -1
631	A-II, PHI=-90, ALPHA=10		1.301	CN 0.1144E 1 CM 0.6739E 0	0 0.1328E -1 -0.1539E -1	-0.3466E -2 0.1093E -2	0.6340E -3 0.2255E -3	-0.1631E -4 -0.7193E -5	0.1271E -6 0.6268E -7	-0.1076E -4 -0.4138E -6	0.2502E -1 0.6618E -2

表 7 続き

NC	MODEL	CONDISION	M	CO	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU									
720	B-II	PHI=0, ALPHA=0	1.100	CN CM	-0.2861E 0.4357E	0 -1	0.6761E 0.4027E	-1 -1	-0.5299E -0.2155E	-2 -2	0.4917E 0.2284E	-3 -3	-0.6413E -0.3390E	-5 -5	-0.1199F 0.1853E	-7 -8	0.1720F 0.9129F	-5 -6	0.1930E 0.3823E	-1 -2
731	B-II	PHI=0, ALPHA=-10	1.300	CN CM	-0.4924E -0.1863E	0 0	0.3151E 0.2327E	-1 -1	0.2981E 0.1123E	-2 -2	-0.3411E -0.9604E	-3 -4	0.1653E 0.5231E	-4 -5	-0.1962F -0.6502F	-6 -7	0.8080F 0.1047F	-5 -5	0.2136E 0.5647E	-1 -2
743	B-II	PHI=0, ALPHA=-5	1.301	CN CM	-0.3822E -0.1652E	0 0	0.1038E 0.6014E	0 -1	-0.1330E -0.5583E	-1 -2	0.8769E 0.4006E	-3 -3	-0.1557E -0.7963E	-4 -5	0.8199F 0.5038F	-7 -7	0.3607F 0.2593F	-4 -5	0.4625E 0.1600E	-1 -1
755	B-II	PHI=0, ALPHA=0	1.301	CN CM	-0.1955E -0.4852E	0 -1	0.1125E 0.5986E	0 -1	-0.1553E -0.5707E	-1 -2	0.1256E 0.5198E	-2 -3	-0.2854E -0.1261E	-4 -4	0.2091F 0.9826F	-6 -7	0.1326F 0.9049F	-4 -6	0.4081E 0.1135E	-1 -1
766	B-II	PHI=0, ALPHA=5	1.301	CN CM	-0.8143E 0.3000E	-1 -1	0.6412E 0.5210E	-1 -1	-0.3462E -0.1742E	-2 -2	0.6505E 0.3375E	-3 -3	-0.1503E -0.9145E	-4 -5	0.8481F 0.7002F	-7 -7	0.6153F 0.1138F	-5 -5	0.1712E 0.7436E	-1 -2
778	B-II	PHI=0, ALPHA=10	1.301	CN CM	-0.6659E -0.1823E	0 0	0.1922E 0.8011E	0 -1	-0.1790E 0.4404E	-1 -4	0.1746E 0.2179E	-2 -3	-0.4953E -0.7065E	-4 -5	0.4416F 0.5759F	-6 -7	-0.7487F 0.2812F	-4 -5	0.2125E 0.1101E	-1 -1
936	B-II	ALPHA=-10, PHI=-45	1.302	CN CM	-0.5048E -0.1786E	0 0	0.1094E 0.4781E	0 -1	-0.9259E -0.2388E	-2 -2	0.5377E 0.1630E	-3 -3	-0.7145E -0.1711E	-5 -5	0.1520E -0.4423F	-7 -8	0.2281E 0.1639F	-4 -5	0.3392E 0.9315E	-1 -2
925	B-II	PHI=-45, ALPHA=-5	1.300	CN CM	-0.2813E -0.1325E	0 0	0.8200E 0.6119E	-1 -1	-0.1130E -0.5834E	-1 -2	0.9198E 0.4597E	-3 -3	-0.1947E -0.1018E	-4 -4	0.1324E 0.7373F	-6 -7	-0.3010F 0.1741F	-5 -5	0.2738E 0.1145E	-1 -1
914	B-II	PHI=-45, ALPHA=0	1.300	CN CM	-0.2357E -0.7528E	0 -1	0.1439E 0.7789E	0 -1	-0.1875E -0.7870E	-1 -2	0.1392E 0.6239E	-2 -3	-0.3119E -0.1485E	-4 -4	0.2291F 0.1163F	-6 -6	-0.1520F 0.5490F	-2 -6	0.4380F 0.1131E	-1 -1
903	B-II	PHI=-45, ALPHA=5	1.299	CN CM	-0.9002E 0.3525E	-1 -1	0.9641E 0.6147E	-1 -1	-0.9743E -0.4702E	-2 -2	0.1055E 0.5355E	-2 -3	-0.2603E -0.1451E	-4 -4	0.1921F 0.1222F	-6 -6	0.3286F 0.3367F	-4 -5	0.3118E 0.1081E	-1 -1
892	B-II	PHI=-45, ALPHA=10	1.302	CN CM	0.4635E 0.3333E	0 0	0.3680E 0.5248E	-1 -2	0.2214E 0.6652E	-3 -2	0.6032E -0.1436E	-3 -3	-0.1742E 0.2217E	-4 -5	0.1249E -0.2785E	-6 -7	0.2095F -0.1905F	-4 -5	0.3428E 0.1710E	-1 -1
833	B-II	PHI=-90, ALPHA=-10	1.301	CN CM	0.3640E 0.3387E	-1 -1	0.7209E 0.4549E	-1 -1	-0.4222E -0.2164E	-2 -2	0.6248E 0.3422E	-3 -3	-0.1612E -0.9677E	-4 -5	0.1291E 0.8475F	-6 -7	0.3370F -0.2621F	-5 -6	0.3716E 0.1374E	-1 -1
848	B-II	PHI=-90, ALPHA=-5	1.300	CN CM	-0.1788E -0.8605E	0 -1	0.8884E 0.7277E	-1 -1	-0.1203F -0.7253E	-1 -2	0.1131E 0.6229E	-2 -3	-0.2749E -0.1565E	-4 -4	0.2151E 0.1289F	-6 -6	-0.9354F -0.2940F	-5 -5	0.1937E 0.4759E	-1 -2
859	B-II	PHI=-90, ALPHA=0	1.302	CN CM	-0.2510E -0.8493E	0 -1	0.1546E 0.7932E	0 -1	-0.2084E -0.8224E	-1 -2	0.1515E 0.6431E	-2 -3	-0.3403E -0.1522E	-4 -4	0.2516E 0.1183F	-6 -6	-0.2970F 0.1264F	-2 -5	0.4869E 0.1666E	-1 -1
870	B-II	PHI=-90, ALPHA=5	1.301	CN CM	-0.1363E -0.4945E	0 -1	0.8550E 0.6226E	-1 -1	-0.1236E -0.6207E	-1 -2	0.1158E 0.5753E	-2 -3	-0.2781E -0.1457E	-4 -4	0.2126F 0.1192F	-6 -6	0.1214F 0.3226F	-1 -5	0.6444E 0.1388E	-1 -1
881	B-II	PHI=-90, ALPHA=10	1.302	CN CM	0.1261E 0.5637E	0 -1	0.7139E 0.4691E	-1 -1	-0.3149E -0.2006E	-2 -2	0.5014E 0.3101E	-3 -3	-0.1163E -0.8360E	-4 -5	0.7833E 0.6931E	-7 -7	0.1768E 0.1485F	-5 -5	0.3483E 0.7227E	-1 -2

表 7 続き

NC	MODEL	CONDISION	M	CO	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU
654	A-III	PHI=0, ALPHA=0	1.101	CN -0.1623E 0 CM 0.8596E -1	0 0.5469E -1 0 0.4605E -1	-0.2144E -2 -0.2882E -2	0.2200E -3 0.2411E -3	0.3202E -6 -0.3272E -5	-0.6333E -7 -0.2080E -8	0.3845E -4 0.2523E -5	0.2748E -1 0.8733E -2
665	A-III	PHI=0, ALPHA=0	1.300	CN -0.1737E 0 CM -0.6136E -1	0 0.5900E -1 0 0.5618E -1	-0.4386E -2 -0.4101E -2	0.5574E -3 0.4085E -3	0.1218E -4 -0.1007E -4	0.7583E -7 0.7890E -7	0.4344E -5 -0.1007E -5	0.2576E -1 0.9862E -2
687	A-IV	PHI=0, ALPHA=0	1.100	CN -0.4351E -1 CM 0.1223E 0	0 0.1308E -1 0 0.2916E -1	0.1058E -2 -0.1298E -2	0.9161E -4 0.1615E -3	0.2084E -5 -0.1700E -5	-0.6562E -7 -0.1163E -7	0.2507E -4 0.2121E -5	0.3263E -1 0.1091E -1
698	A-IV	PHI=0, ALPHA=0	1.301	CN -0.1438E 0 CM -0.6460E -1	0 0.6163E -1 0 0.6232E -1	-0.3340E -2 -0.5238E -2	0.3115E -3 0.4373E -3	-0.2083E -5 -0.9985E -5	-0.3982E -7 0.7353E -7	-0.1158E -4 0.2342E -5	0.1765E -1 0.7096E -2
80C	B-III	PHI=0, ALPHA=0	1.101	CN -0.3444E 0 CM 0.4734E -1	0 0.1030E 0 0 0.5411E -1	-0.9944E -2 -0.3559E -2	0.7544E -3 0.2690E -3	-0.1405E -4 -0.3800E -5	0.6826E -7 0.1904E -8	0.1479E -4 0.3465E -5	0.1831E -1 0.6273E -2
811	B-III	PHI=0, ALPHA=0	1.301	CN -0.1733E 0 CM -0.7753E -1	0 0.1324E 0 0 0.8409E -1	-0.1606E -1 -0.8498E -2	0.1202E -2 0.6327E -3	-0.2665E -4 -0.1462E -4	0.1912E -6 0.1113E -6	0.9618E -5 -0.1457E -5	0.3942E -1 0.1373E -1
32	SOB	ALONE	1.101	CN -0.3572E 0 CM -0.4881E -1	0 0.1040E 0 0 0.5728E -1	-0.1031E -1 -0.3605E -2	0.7155E -3 0.2538E -3	-0.1261E -4 -0.3508E -5	0.6067E -7 0.3463E -8	0.1163E -4 0.9631E -6	0.1559E -1 0.9713E -2
21	SOB	ALONE	1.300	CN -0.1970E 0 CM -0.6108E -1	0 0.1308E 0 0 0.8262E -1	-0.1665E -1 -0.8567E -2	0.1239E -2 0.6466E -3	-0.2670E -4 -0.1510E -4	0.1834E -6 0.1161E -6	0.1443E -4 -0.5347E -6	0.1890E -1 0.9160E -2

表 8 垂直力係数および縦揺れモーメント係数対分離角曲線の 5 次多項式による曲線のあてはめ
(超音風洞試験結果)

NC	MODEL CONDISION	M	C0	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU
8581	A-I, PHI=0, ALPHA=-10	1.495	CN -0.7121E -1 CM 0.2232E -2	0.5740E -1 -0.3851E -1	0.6102E -4 -0.7977E -3	-0.1719E -3 0.3181E -4	0.1805E -4 0.2238E -5	-0.3047E -6 -0.4317E -7	0.9125F -6 -0.8258F -7	0.1167E -1 0.5566E -2
8162	A-I, PHI=0, ALPHA=-5	1.512	CN -0.4753E -1 CM 0.5369E -1	0.7980E -2 0.3018E -1	0.5844E -2 0.3152E -3	-0.3856E -3 0.9530E -4	0.3044E -4 -0.4599E -6	-0.5968F -6 -0.3696F -7	-0.4192F -6 0.5377F -7	0.1300E -1 0.5581E -2
8163	A-I, PHI=0, ALPHA=0	1.492	CN 0.5236E -1 CM 0.6866E -1	0.3961E -1 0.3669E -1	-0.2839E -2 0.5482E -3	0.8708E -3 0.2563E -3	-0.2532E -4 -0.9074E -5	0.2000E -6 0.7518E -7	0.9662E -6 -0.2725F -6	0.1122E -1 0.5344E -2
8167	A-I, PHI=0, ALPHA=5	1.511	CN 0.4377E -1 CM 0.1158E 0	0.2804E -1 0.4806E -1	-0.2428E -2 -0.5350E -2	0.1881E -2 0.1536E -2	-0.1042E -3 -0.8507E -4	0.1794F -5 0.1458E -5	0.2938E -5 0.6508F -6	0.1125E -1 0.4375E -2
8164	A-I, PHI=0, ALPHA=10	1.511	CN 0.6688E -1 CM 0.1619E 0	-0.1034E 0 -0.8970E -1	0.2650E -1 0.2280E -1	-0.8792E -3 -0.8116E -3	0.1197E -4 0.3031E -5	0.6075E -7 0.2432E -6	-0.1963E -5 -0.1441F -5	0.1293E -1 0.6674E -2
8575	A-I, PHI=-45, ALPHA=-10	1.497	CN 0.4516E 0 CM 0.2815E 0	-0.1658E -2 -0.1206F -1	0.1759E -3 0.4203E -2	0.4454E -3 -0.1104E -3	-0.1179E -4 0.4046E -5	0.8639E -7 -0.6280E -7	0.9922F -6 -0.8613F -6	0.3184E -1 0.1337E -1
8169	A-I, PHI=-45, ALPHA=-5	1.508	CN 0.1838E 0 CM 0.1431E 0	0.1726E -1 0.4320E -1	-0.5317E -3 -0.5149E -2	0.2928E -3 0.6839E -3	0.5459E -5 -0.2396E -4	-0.2952F -6 0.2809F -6	0.1277F -6 0.1024F -6	0.1527E -1 0.5501E -2
8171	A-I, PHI=-45, ALPHA=0	1.499	CN -0.6758E -2 CM 0.2725E -1	0.3863E -1 0.3764E -1	-0.4302E -2 -0.1235E -2	0.1036E -2 0.4389E -3	-0.3801E -4 -0.1743E -4	0.4548F -6 0.2202F -6	0.1522E -5 -0.5476E -6	0.1606E -1 0.6858E -2
8172	A-I, PHI=-45, ALPHA=5	1.510	CN -0.6064E -1 CM 0.5110E -1	0.1067E 0 0.6533E -1	-0.1226E -1 -0.5327E -2	0.1636E -2 0.1062E -2	-0.4945E -4 -0.4988E -4	0.4184F -6 0.7485F -6	0.2867E -5 -0.8736E -7	0.9970E -2 0.4345E -2
8173	A-I, PHI=-45, ALPHA=10	1.513	CN 0.2594E 0 CM 0.2850E 0	0.3736E -1 0.3538E -1	0.1669E -1 0.7448E -2	-0.1313E -2 -0.3032E -3	0.6956E -4 0.6482E -5	-0.1281E -5 -0.6561E -7	0.1287F -4 0.2172F -6	0.3543E -1 0.1497E -1
8580	A-I, PHI=-90, ALPHA=-10	1.494	CN 0.7310E 0 CM 0.3991E 0	0.6031E -1 0.4021E -1	-0.1031E -2 -0.1581E -2	0.5913E -3 0.4543E -3	-0.1975E -4 -0.1787E -4	0.1967E -6 0.2145E -6	-0.9699F -6 0.4188F -6	0.2575E -1 0.1358E -1
8177	A-I, PHI=-90, ALPHA=-5	1.493	CN 0.2765E -1 CM 0.8011E -1	0.1220E 0 0.7874E -1	-0.2176E -1 -0.8475E -2	0.3012E -2 0.1215E -2	-0.1310E -3 -0.5497E -4	0.2026F -5 0.8527F -6	-0.8608F -5 -0.2957F -6	0.2089E -1 0.5635E -2
8175	A-I, PHI=-90, ALPHA=0	1.512	CN 0.2234E -1 CM -0.3757E 1	0.2666E -1 0.3608E 1	-0.5060E -3 -0.8868E 0	0.5740E -3 0.8844E -1	-0.1538E -4 -0.3816E -2	0.8518E -7 0.5967E -4	0.1035E -4 0.1613F -1	0.2477E -1 0.9496E -1
8207	A-I, PHI=-90, ALPHA=5	1.511	CN 0.2741E 0 CM 0.1769E 0	0.7976E -1 0.6579E -1	-0.1594E -1 -0.8991E -2	0.2232E -2 0.1217E -2	-0.8695E -4 -0.5069E -4	0.1191E -5 0.7208F -6	-0.1328F -2 -0.4340F -3	0.9240E -2 0.4240E -2
8582	A-I, PHI=-90, ALPHA=10	1.498	CN 0.4051E 0 CM 0.2561E 0	0.1268E 0 0.6321E -1	-0.1087E -1 -0.4399E -2	0.1311E -2 0.6263E -3	-0.4191E -4 -0.2246E -4	0.4318E -6 0.2575F -6	0.7929F -3 0.1072F -2	0.2479E -1 0.9901E -2

表 8 続き

NC	MODEL	CONDISION	M	C0	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU
8598	A-I, PHI=0, ALPHA=-10	1.968	CN CM	0.9024E -1 0.2162E 0	0.3898E -1 0.4558E -1	0.6465E -4 -0.3017E -2	0.4887E -3 0.1952E -3	-0.1966E -4 -0.3267E -5	0.2434F -6 0.1583E -7	-0.4543E -3 -0.4956E -3	0.1474E -1 0.8206E -2
8597	A-I, PHI=0, ALPHA=-5	1.969	CN CM	0.9831E -1 0.2433E 0	0.2042E -2 0.5343E -1	0.1493E -1 -0.2198E -2	-0.631CE -3 0.1613E -3	0.1601E -4 -0.1732E -5	-0.1764E -6 -0.1903E -7	0.2957E -2 0.7345F -3	0.1395E -1 0.6934E -2
8344	A-I, PHI=0, ALPHA=0	2.030	CN CM	0.7721E -1 0.1241E 0	-0.3351E -1 0.3386E -1	0.2006E -1 0.9888E -2	-0.5627E -3 -0.7052E -3	0.3849E -5 0.2204E -4	0.4965F -7 -0.2468E -6	-0.4971F -2 -0.1858E -2	0.3524E -1 0.9763E -2
8596	A-I, PHI=0, ALPHA=5	1.971	CN CM	0.3667E -1 0.1349E 0	0.7190E -2 0.2362E -1	0.1838E -1 0.1321E -1	-0.4602E -3 -0.8134E -3	-0.1204E -5 0.2237E -4	0.1164E -6 -0.2334F -6	-0.3100F -2 -0.1624F -2	0.2600E -1 0.1425E -1
8595	A-I, PHI=0, ALPHA=10	1.970	CN CM	0.1265E 0 0.1613E 0	-0.6321E -1 -0.5718E -1	0.2483E -1 0.2434E -1	-0.8972E -3 -0.1446E -2	0.1882E -4 0.4050E -4	-0.2310E -6 -0.4475E -6	-0.7034E -2 -0.3577E -2	0.3746E -1 0.2045E -1
8599	A-I, PHI=-45, ALPHA=-10	1.972	CN CM	0.6865E 0 0.5126E 0	0.4096E -1 0.1073E -1	-0.4895E -2 -0.1031E -2	0.1063E -2 0.2782E -3	-0.4217E -4 -0.9678E -5	0.5353E -6 0.1087E -6	-0.5871E -3 -0.3298E -3	0.1593E -1 0.5330E -2
8354	A-I, PHI=-45, ALPHA=-5	2.030	CN CM	0.6907E 0 0.5494E 0	0.1895E -1 0.3658E -1	0.3105E -2 -0.3617E -2	0.3982E -3 0.5159E -3	-0.1550E -4 -0.1964E -4	0.1595E -6 0.2532E -6	-0.8180F -3 -0.4285F -4	0.1700E -1 0.5166E -2
8353	A-I, PHI=-45, ALPHA=5	2.035	CN CM	0.2523E 0 0.2462E 0	-0.8850E -1 -0.3726E -1	0.3570E -1 0.2552E -1	-0.1602E -2 -0.1733E -2	0.3017E -4 0.5018E -4	-0.1677E -6 -0.5242E -6	-0.1844F -2 -0.1119F -2	0.2470E -1 0.1174E -1
8594	A-I, PHI=-45, ALPHA=10	1.967	CN CM	0.3231E 0 0.3359E 0	0.1825E 0 0.1255E 0	0.7593E -2 0.2226E -2	-0.7292E -3 -0.4543E -3	0.3108E -4 0.2065E -4	-0.4696F -6 -0.2933E -6	-0.9736F -3 -0.1026F -3	0.2052E -1 0.7293E -2
860C	A-I, PHI=-90, ALPHA=-10	1.973	CN CM	0.9744E 0 0.5263E 0	0.7431E -1 0.6565E -1	0.5941E -2 0.1964E -3	-0.1222E -3 -0.2292E -4	0.1528E -5 0.2581E -5	-0.1410E -7 -0.4917E -7	-0.6360F -3 -0.3171E -3	0.1958E -1 0.1337E -1
8355	A-I, PHI=-90, ALPHA=-5	2.030	CN CM	0.8683E 0 0.5521E 0	-0.1118E 0 -0.6406E -1	0.3828E -1 0.2489E -1	-0.2549E -2 -0.1847E -2	0.8814E -4 0.6202E -4	-0.1159E -5 -0.7625E -6	0.1470F -2 -0.2976F -3	0.1798E -1 0.1065E -1
8356	A-I, PHI=-90, ALPHA=5	2.030	CN CM	0.5804E 0 0.4288E 0	0.2430E -1 -0.5264E -2	0.8902E -2 0.1253E -1	0.3853E -4 -0.7749E -3	-0.8614E -5 0.2213E -4	0.1279F -6 -0.2322E -6	-0.1531F -2 -0.1491E -2	0.1747E -1 0.1208E -1
8593	A-I, PHI=-90, ALPHA=10	1.965	CN CM	0.8618E 0 0.4807E 0	0.8065E -1 0.6231E -1	0.6392E -2 0.6459E -3	-0.1894E -3 -0.2771E -4	0.3342E -5 0.1641E -5	-0.2285F -7 -0.2619E -7	0.8300F -3 0.5904E -3	0.2223E -1 0.1189E -1

表 8 続き

NC	MODEL	CONDISION	M	CO	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU
8586	A-II, PHI=0, ALPHA=-10		1.497	CN -0.2847E 0 CM -0.5923E -1	0 0.3325E -1 0 -0.2776E -2	0.1470E -2 0.4531E -2	-0.4358E -3 -0.3770E -3	0.3297E -4 0.1732E -4	-0.5418E -6 -0.2418E -6	-0.3926E -5 0.1760E -5	0.1699E -1 0.6522E -2
8190	A-II, PHI=0, ALPHA=-5		1.513	CN -0.1255E 0 CM 0.2561E -1	0 0.1839E -1 0 -0.1255E -1	-0.8575E -3 -0.1203E -3	0.2983E -3 0.2667E -3	-0.1017E -4 0.1343E -4	0.2614E -6 0.2687E -6	0.2280E -5 -0.7843E -9	0.2496E -1 0.8354E -2
8191	A-II, PHI=0, ALPHA=0		1.514	CN -0.2501E -1 CM 0.8071E -1	0 0.4267E -1 0 -0.3241E -1	-0.8417E -2 -0.1368E -2	0.1582E -2 0.3553E -3	-0.6696E -4 -0.9450E -5	0.9932E -6 0.4311E -7	0.8243E -6 0.3173E -6	0.1759E -1 0.6051E -2
8192	A-II, PHI=0, ALPHA=5		1.514	CN -0.9442E -1 CM 0.2685E -1	-0.1921E -1 -0.8547E -2	0.5303E -2 0.5673E -2	0.5428E -3 0.8999E -4	-0.3430E -4 -0.1270E -4	0.6660E -6 0.2718E -6	0.5986E -6 -0.2031E -6	0.1536E -1 0.5678E -2
8193	A-II, PHI=0, ALPHA=10		1.509	CN -0.1626E 0 CM -0.1839E -1	0 0.3847E -1 0 -0.2469E -1	-0.1617E -1 -0.1234E -1	0.2739E -2 0.2242E -2	-0.1147E -3 -0.1036E -3	0.1611E -5 0.1561E -5	0.3271E -5 0.1461E -5	0.1173E -1 0.5339E -2
8585	A-II, PHI=-45, ALPHA=-10		1.496	CN 0.3417E 0 CM 0.2318E 0	-0.1970E -1 -0.2932E -1	0.3686E -2 0.6531E -2	-0.3533E -3 -0.4076E -3	0.3285E -4 0.1963E -4	-0.6362E -6 -0.3141E -6	0.6771E -4 0.6137E -5	0.3158E -1 0.1301E -1
8189	A-II, PHI=-45, ALPHA=-5		1.496	CN -0.1115E -1 CM 0.9118E -1	-0.2574E -2 0.4069E -2	0.7858E -2 0.4163E -2	-0.7751E -3 -0.2769E -3	0.4833E -4 0.1677E -4	-0.7971E -6 -0.2970E -6	0.4169E -5 0.3104E -8	0.2012E -1 0.8609E -2
8187	A-II, PHI=-45, ALPHA=5		1.494	CN 0.1072E 0 CM 0.1605E 0	-0.5152E -1 -0.1236E -1	0.1101E -1 0.6315E -2	0.1375E -3 -0.5277E -4	-0.2171E -4 -0.2205E -5	0.4973E -6 0.3611E -7	-0.1188E -5 -0.2189E -6	0.1711E -1 0.9357E -2
8188	A-II, PHI=-45, ALPHA=10		1.513	CN 0.2994E 0 CM 0.3263E 0	-0.4136E -1 0.2800E -2	0.4021E -1 0.1367E -1	-0.4481E -2 -0.1202E -2	0.2344E -3 0.5842E -4	-0.4212E -5 -0.1034E -5	0.1151E -4 0.9449E -6	0.1642E -1 0.7908E -2
8584	A-II, PHI=-90, ALPHA=-10		1.495	CN 0.7174E 0 CM 0.3773E 0	-0.1287E -1 0.2519E -2	0.1143E -1 0.4768E -2	-0.7995E -3 -0.1695E -3	0.3957E -4 0.8042E -5	-0.6371E -6 -0.1502E -6	-0.1642E -2 0.3990E -5	0.6670E -1 0.2471E -1
8185	A-II, PHI=-90, ALPHA=-5		1.510	CN -0.6063E -1 CM 0.6763E -1	0.4399E -1 0.4005E -1	-0.3107E -2 -0.4398E -2	0.5307E -3 0.6364E -3	-0.1324E -4 -0.2318E -4	0.1313E -6 0.2981E -6	-0.5065E -6 0.6321E -6	0.2440E -1 0.5992E -2
8186	A-II, PHI=-90, ALPHA=5		1.508	CN 0.2649E 0 CM 0.2342E 0	-0.2229E -1 -0.5191E -2	0.5535E -2 0.2132E -2	-0.1911E -3 0.1542E -3	0.1968E -4 -0.5431E -5	-0.4211E -6 0.4921E -7	-0.2934E -6 -0.5198E -7	0.2937E -1 0.8087E -2
8583	A-II, PHI=-90, ALPHA=10		1.498	CN 0.9364E 0 CM 0.3146E 0	-0.1850E 0 0.4478E -1	0.4035E -1 -0.5639E -2	-0.2784E -2 0.7290E -3	0.1012E -3 -0.2352E -4	-0.1357E -5 0.2384E -6	0.3289E -2 0.1277E -6	0.8628E -1 0.2312E -1
8343	A-II, PHI=0, ALPHA=0		2.023	CN -0.4627E -1 CM 0.8414E -1	-0.1004E -1 0.3930E -3	0.7279E -2 0.6962E -2	0.4862E -3 -0.1475E -4	-0.3245E -4 -0.1020E -4	0.5033E -6 0.2138E -6	0.1039E -5 0.3319E -6	0.3063E -1 0.1075E -1

表 8 続き

NC	MODEL CONDISION	M	CO	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU
8587	B-II, PHI=0, ALPHA=-10	1.499	CN -0.4719E 0 CM -0.2074E 0	0 0.3709E -1 0 0.2656E -1	0.5290E -2 0.3087E -2	-0.6157E -3 -0.3057E -3	0.3100E -4 0.1407E -4	-0.4261E -6 -0.1880E -6	0.2028E -5 -0.6352E -6	0.2123E -1 0.9966E -2
8199	B-II, PHI=0, ALPHA=-5	1.510	CN -0.4213E 0 CM -0.1539E 0	0 0.9480E -2 0 0.2554E -1	0.1198E -1 0.2872E -2	-0.1396E -2 -0.2686E -3	0.7666E -4 0.1687E -4	-0.1297E -5 -0.3029E -6	-0.1856E -5 0.4400E -6	0.1584E -1 0.6437E -2
8196	B-II, PHI=0, ALPHA=0	1.514	CN -0.8925E -1 CM -0.1792E -1	0 0.2169E -1 0 0.3834E -1	0.3574E -2 -0.3876E -4	-0.5283E -4 0.1831E -3	0.1764E -4 -0.1795E -5	-0.4878E -6 -0.7537E -7	0.6503E -6 0.1859E -6	0.9957E -2 0.5009E -2
8198	B-II, PHI=0, ALPHA=5	1.509	CN -0.4738E -1 CM 0.6157E -1	0 0.1348E -1 0 0.5075E -1	0.1340E -1 -0.2286E -2	-0.5919E -3 0.8045E -3	0.1990E -4 -0.4245E -4	-0.2416E -6 0.7040E -6	-0.1349E -5 -0.2144E -6	0.1996E -1 0.4589E -2
8197	B-II, PHI=0, ALPHA=10	1.510	CN -0.4826E 0 CM -0.2004E 0	0 0.7124E -1 0 0.7954E -1	0.1790E -2 -0.3268E -2	0.3960E -3 0.6914E -3	-0.6070E -5 -0.2937E -4	-0.1292E -6 0.3915E -6	0.3202E -5 -0.8215E -7	0.1954E -1 0.1188E -1
8588	B-II, PHI=-45, ALPHA=-10	1.497	CN -0.3688E 0 CM -0.1411E 0	0 0.7842E -1 0 0.3256E -1	-0.5414E -2 0.1047E -2	0.3590E -3 -0.7498E -4	0.2071E -5 0.7466E -5	-0.1680E -6 -0.1417E -6	0.8623E -6 -0.7067E -6	0.2600E -1 0.1158E -1
8200	B-II, PHI=-45, ALPHA=-5	1.511	CN -0.3392E 0 CM -0.9801E -1	0 0.6663E -1 0 0.3664E -1	-0.6056E -2 0.1009E -4	0.6627E -3 0.9860E -4	-0.1197E -4 0.1547E -5	0.3646E -7 -0.9316E -7	0.3156E -6 -0.1972E -8	0.1283E -1 0.7806E -2
8201	B-II, PHI=-45, ALPHA=5	1.496	CN -0.7922E -1 CM 0.1560E -1	0 0.4362E -1 0 0.5688E -1	0.1665E -2 -0.5360E -2	0.1151E -3 0.8566E -3	0.1478E -4 -0.3207E -4	-0.5458E -6 0.3660E -6	0.6563E -5 0.1963E -6	0.1798E -1 0.8673E -2
8202	B-II, PHI=-45, ALPHA=10	1.498	CN 0.2627E 0 CM 0.2182E 0	0 0.1046E -1 0 0.2877E -1	0.1797E -1 0.4329E -2	-0.1660E -2 0.4426E -4	0.9166E -4 -0.7272E -5	-0.1694E -5 0.1395E -6	0.3135E -5 -0.7123E -7	0.1837E -1 0.6370E -2
8589	B-II, PHI=-90, ALPHA=-10	1.496	CN -0.3442E -1 CM 0.4146E -1	0 0.1725E 0 0 0.7571E -1	-0.3318E -1 -0.1017E -1	0.3458E -2 0.1218E -2	-0.1208E -3 -0.4452E -4	0.1433E -5 0.5363E -6	0.1808E -4 0.8788E -6	0.2959E -1 0.1067E -1
8204	B-II, PHI=-90, ALPHA=-5	1.515	CN -0.2674E 0 CM -0.6002E -1	0 0.8757E -1 0 0.5590E -1	-0.8391E -2 -0.4999E -2	0.7669E -3 0.7009E -3	-0.6026E -5 -0.2480E -4	-0.2610E -6 0.2847E -6	0.2106E -4 0.5049E -6	0.3063E -1 0.1003E -1
8203	B-II, PHI=-90, ALPHA=5	1.515	CN -0.2277E 0 CM -0.6397E -1	0 0.7845E -1 0 0.5194E -1	-0.7873E -2 -0.4320E -2	0.6562E -3 0.6250E -3	0.3063E -5 -0.2137E -4	-0.4685E -6 0.2323E -6	0.1863E -4 0.1227E -6	0.2763E -1 0.9544E -2
8590	B-II, PHI=-90, ALPHA=10	1.497	CN -0.2371E -1 CM 0.2978E 0	0 0.1466E 0 0 -0.2557E 0	-0.3020E -1 0.6332E -1	0.3270E -2 -0.4871E -2	-0.1138E -3 0.1676E -3	0.1325E -5 -0.2091E -5	0.2131E -4 0.5625E -5	0.3959E -1 0.1102E 0
8346	B-II, PHI=0, ALPHA=0	2.029	CN -0.2881E 0 CM 0.9489E -2	0 0.7831E -1 0 0.4555E -1	-0.4799E -2 0.2828E -2	0.1270E -2 0.4639E -4	-0.5799E -4 -0.7260E -5	0.8323E -6 0.1432E -6	0.3556E -5 0.1749E -6	0.2547E -1 0.9562E -2

表 8 続き

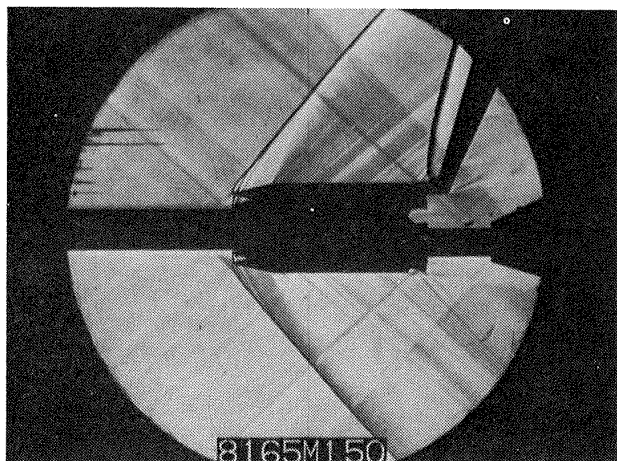
NC	MODEL	CONDISION	M	C0	C1	C2	C3	C4	C5	SIGMA	MU
8339	A-III, PHI=0, ALPHA=0		1.525	CN -0.1256E 0 CM -0.4346E -1	0 0.2520E -2 0.1839E -1	0.4349E -2 0.3199E -2	0.1385E -3 -0.9110E -4	-0.7736E -5 0.2761E -5	0.1265E -6 -0.2566E -7	0.4466E -3 0.7167E -7	0.4030E -1 0.1283E -1
8342	A-III, PHI=0, ALPHA=0		2.022	CN -0.1552E 0 CM -0.9979E -1	0 0.8698E -1 0.9121E -1	-0.1400E -1 -0.1194E -1	0.1947E -2 0.1240E -2	-0.8124E -4 -0.4469E -4	0.1157E -5 0.5541E -6	0.2693E -5 -0.1835E -5	0.1719E -1 0.1097E -1
8340	A-IV, PHI=0, ALPHA=0		1.529	CN -0.6254E -1 CM 0.1315E -1	0 0.1130E 0 0.4270E -1	-0.2630E -1 -0.5499E -2	0.2717E -2 0.5579E -3	-0.9908E -4 -0.1641E -4	0.1299E -5 0.1783E -6	0.2915E -3 0.1259E -5	0.4459E -1 0.1336E -1
8341	A-IV, PHI=0, ALPHA=0		2.027	CN 0.5049E -1 CM 0.7386E -1	0 0.5636E -1 0.2687E -1	-0.1276E -1 -0.5810E -2	0.1684E -2 0.8935E -3	-0.6479E -4 -0.3564E -4	0.8712E -6 0.4772E -6	0.4830E -6 0.4930E -6	0.2342E -1 0.1014E -1
8352	B-I, PHI=0, ALPHA=0		1.529	CN -0.1454E 0 CM 0.1427E -1	0 0.6217E -1 0.5918E -1	-0.4175E -2 -0.3022E -2	0.8987E -3 0.4665E -3	-0.3161E -4 -0.1677E -4	0.3700E -6 0.2008E -6	0.7147E -6 0.7633E -6	0.1880E -1 0.6635E -2
8345	B-I, PHI=0, ALPHA=0		2.031	CN -0.5023E -1 CM 0.2260E 0	0 0.8859E -1 0.5204E -1	-0.1063E -1 -0.4115E -2	0.1859E -2 0.6359E -3	-0.8086E -4 -0.2630E -4	0.1147E -5 0.3614E -6	0.2780E -5 0.1478E -5	0.1123E -1 0.4653E -2
8350	B-III, PHI=0, ALPHA=0		1.529	CN -0.7758E -1 CM -0.1837E -1	0 0.4922E -1 0.3616E -1	-0.5181E -2 -0.1036E -2	0.6442E -3 0.1072E -3	-0.1628E -4 0.3485E -5	0.1513E -6 -0.1340E -6	0.1497E -5 0.4589E -6	0.1886E -1 0.9602E -2
8347	B-III, PHI=0, ALPHA=0		2.026	CN -0.2301E 0 CM -0.1002E -1	0 0.8101E -1 0.4061E -1	-0.1804E -1 -0.5606E -2	0.2578E -2 0.1083E -2	-0.1062E -3 -0.4887E -4	0.1460E -5 0.6986E -6	0.7843E -5 0.9750E -6	0.2380E -1 0.9798E -2
8349	B-IV, PHI=0, ALPHA=0		1.528	CN -0.4410E -1 CM -0.1249E -1	0 0.7902E -3 0.1311E -1	0.7886E -2 0.3030E -2	-0.6604E -3 -0.2061E -3	-0.3487E -4 0.1213E -4	-0.5406E -6 -0.2026E -6	0.2159E -5 -0.7451E -9	0.1631E -1 0.6394E -2
8348	B-IV, PHI=0, ALPHA=0		2.031	CN -0.3414E 0 CM -0.1864E 0	0 0.1870E 0 0.1110E 0	-0.4013E -1 -0.1751E -1	0.3976E -2 0.1734E -2	-0.1420E -3 -0.6246E -4	0.1786E -5 0.7842E -6	0.2111E -4 0.1429E -4	0.2814E -1 0.1295E -1
8331	SOB ALONE		1.528	CN -0.1172E 0 CM -0.1537E -1	0 0.6043E -1 0.4015E -1	-0.7304E -2 -0.2106E -2	0.8754E -3 0.2891E -3	-0.2259E -4 -0.6557E -5	0.1902E -6 0.3841E -7	0.3003E -5 0.4994E -6	0.1639E -1 0.8727E -2
8330	SOB ALONE		2.034	CN -0.1904E 0 CM -0.4180E -1	0 0.1223E 0 0.6273E -1	-0.2396E -1 -0.7574E -2	0.2891E -2 0.9273E -3	-0.1152E -3 -0.3620E -4	0.1582E -5 0.4853E -6	0.7248E -5 -0.2145E -5	0.1917E -1 0.9976E -2

参 考 文 献

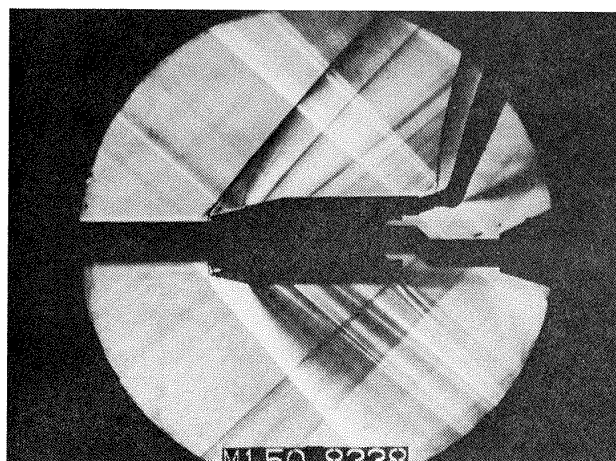
- 1) 近藤洋史, 清水福寿, 野田順一, 関根英夫, 竹内理, 宮沢政文, 中野富夫, 高塚均; 補助ブースタをもったロケットの空力特性に関する研究, 航技研資料 TM-329 (昭和52年)
- 2) 航空宇宙技術研究所; 航空技術研究所 2m×2m 遷音速風洞の計画と構造, 航技研報告 TR-25 (1962)
- 3) 航空宇宙技術研究所空気力学第二部; 1m×1m 吹出式超音速風洞の計画と構造, 航技研報告 TR-29 (1962年10月)
- 4) 航空宇宙技術研究所, 宇宙開発事業団; 補助ロケット分離試験一次データ集, 共同研究資料 (昭和54年3月)
- 5) Royal Aeronautical Society; Data Sheets Aerodynamics Vo 1.4, Bodies S. 01. 03. 01, (1954)
- 6) 石田清道, 近藤洋史, 野田順一, 関根英夫, 細江信幸; 飛しょう体の大迎角風洞実験, 第11回流体力学講演会講演集 (昭和54年10月) PP 146-149
- 7) 野田順一, 清水福寿, 関根英夫; 小型ロケットの大迎角時における超音速風洞試験, 航技研資料 TM-351 (1978年5月)
- 8) 近藤洋史; 主胴体回りに置かれたブースタの相互干渉 (軸力), 第9回流体力学講演会講演集 (昭和52年10月) PP 128-131
- 9) 近藤洋史; 超音速流中での二物体相互干渉の近似推算法 (軸力), 日本航空宇宙学会第10期年会講演会講演集 (昭和54年4月) PP 148-149

付 録

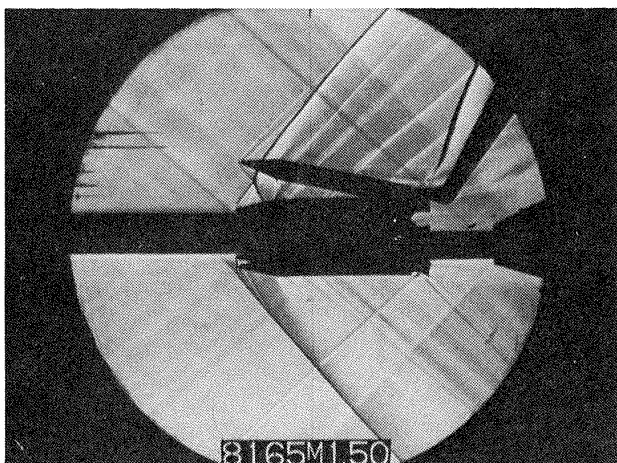
シュリーレン写真を付図1～付図41に示す。



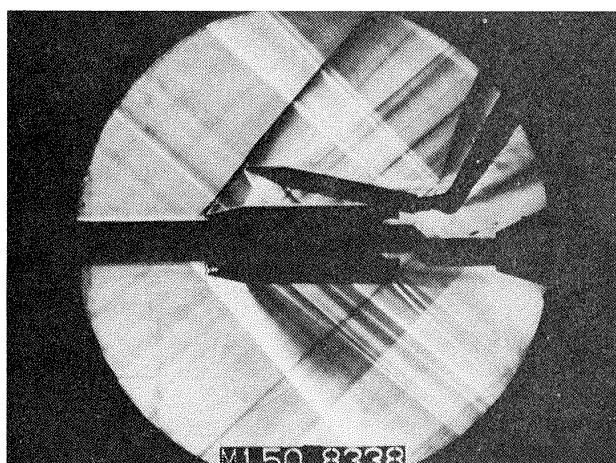
付図 1 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A - I)



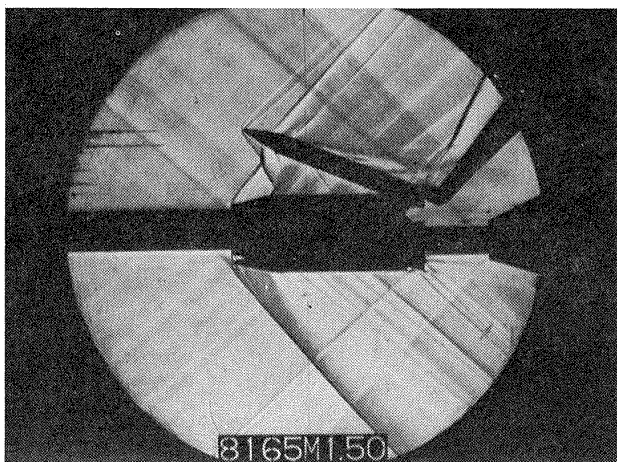
付図 4 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A - II)



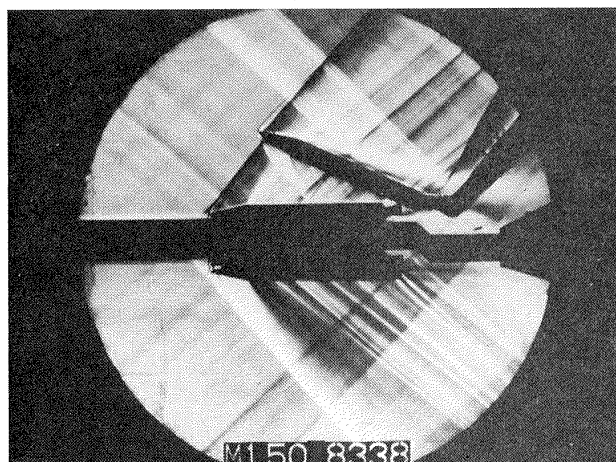
付図 2 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A - I)



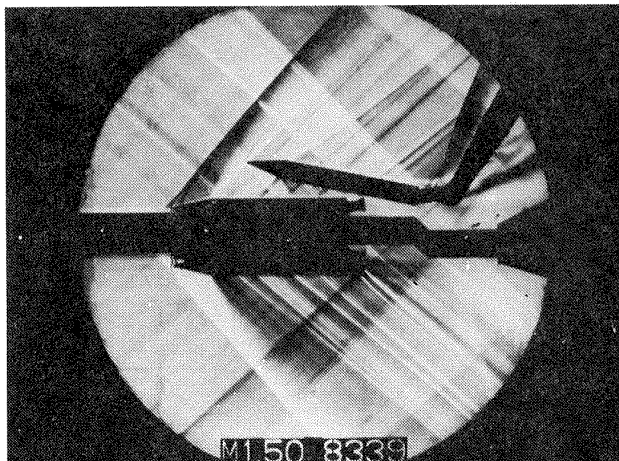
付図 5 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A - II)



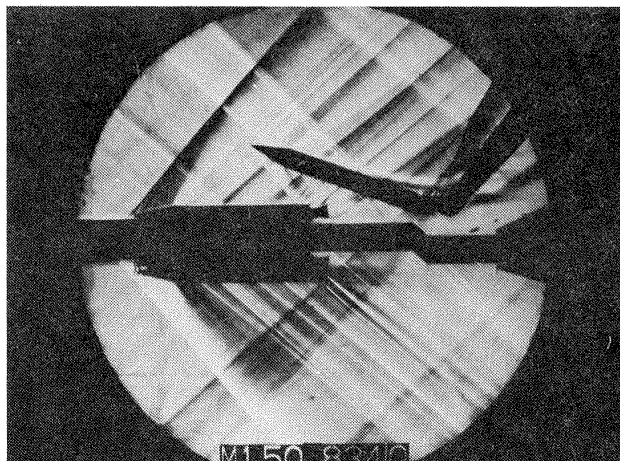
付図 3 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A - I)



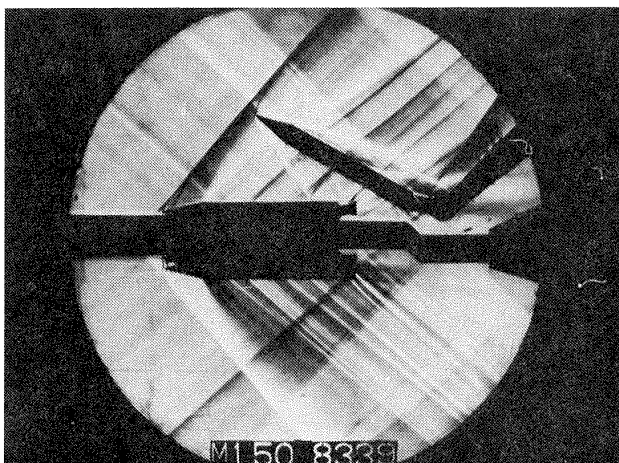
付図 6 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A - II)



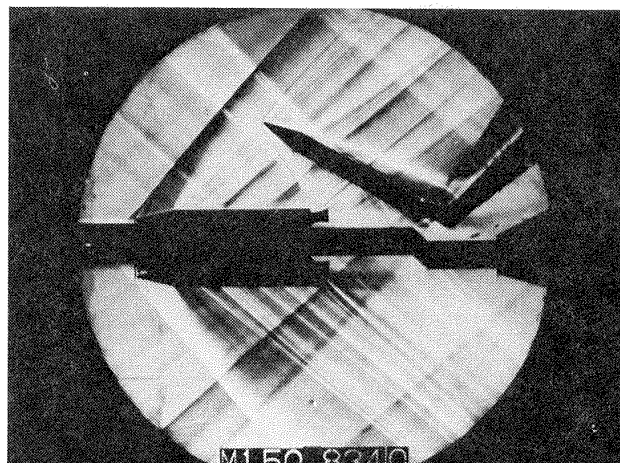
付図7 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A-Ⅲ)



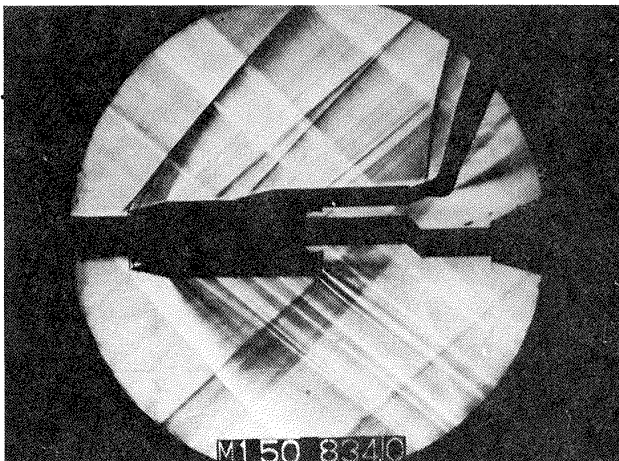
付図10 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A-Ⅳ)



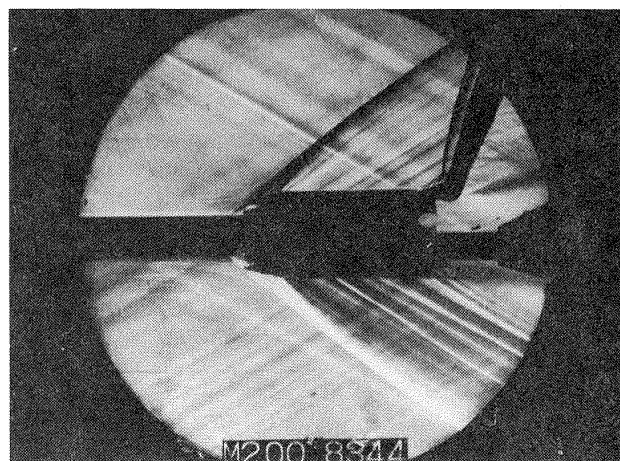
付図8 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A-Ⅲ)



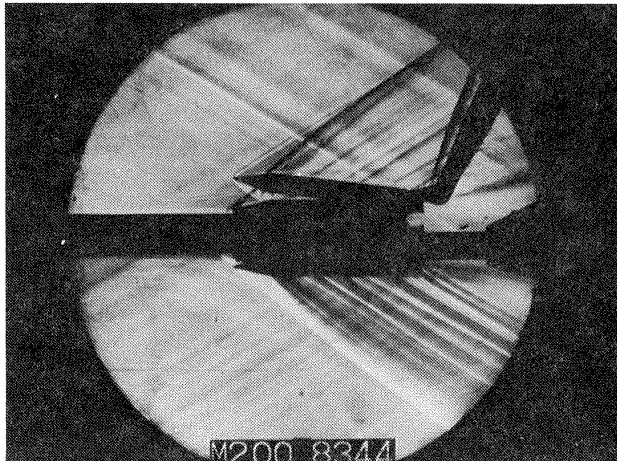
付図11 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A-Ⅳ)



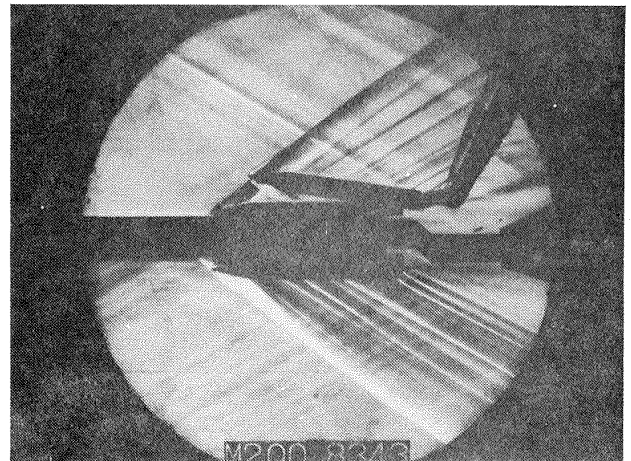
付図9 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 A-Ⅳ)



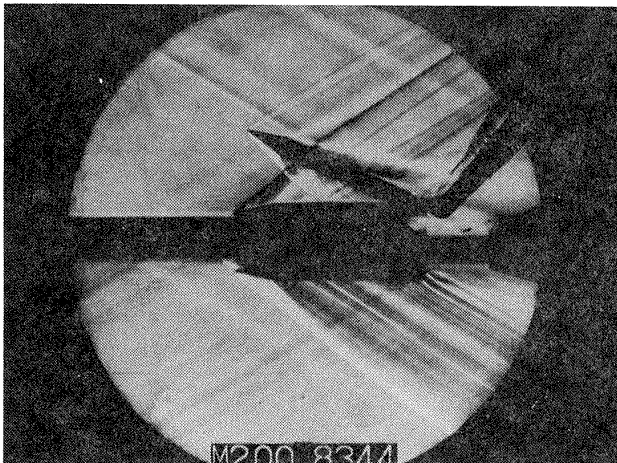
付図12 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-I)



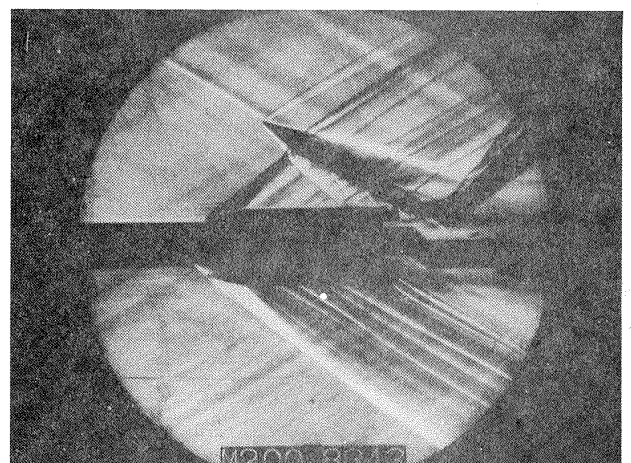
付図 13 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-I)



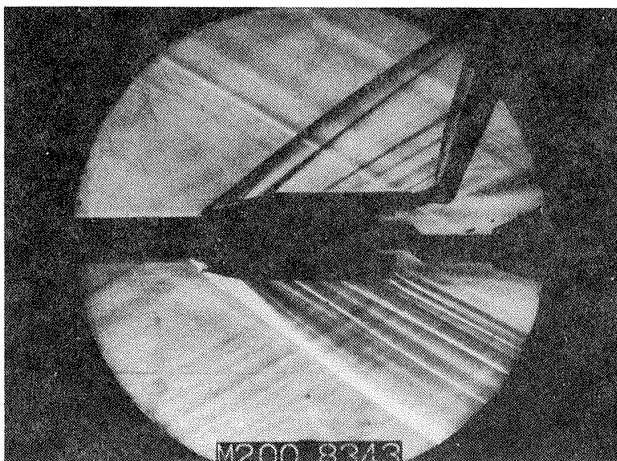
付図 16 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-II)



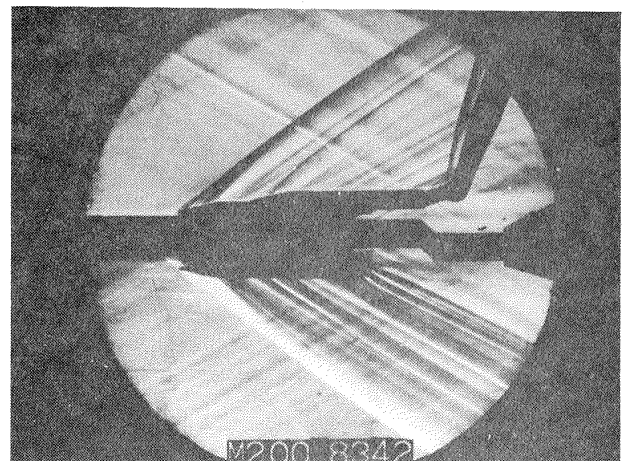
付図 14 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-I)



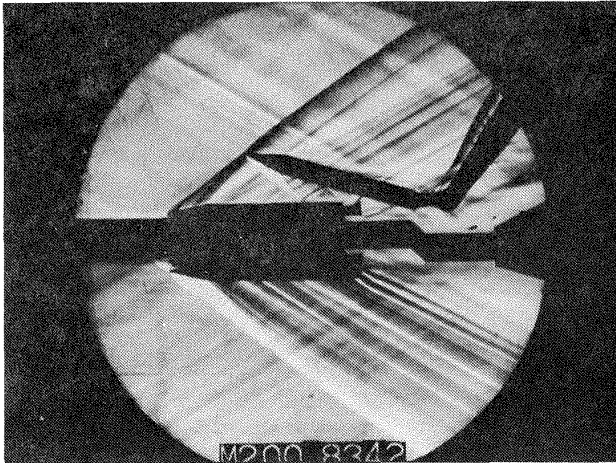
付図 17 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-II)



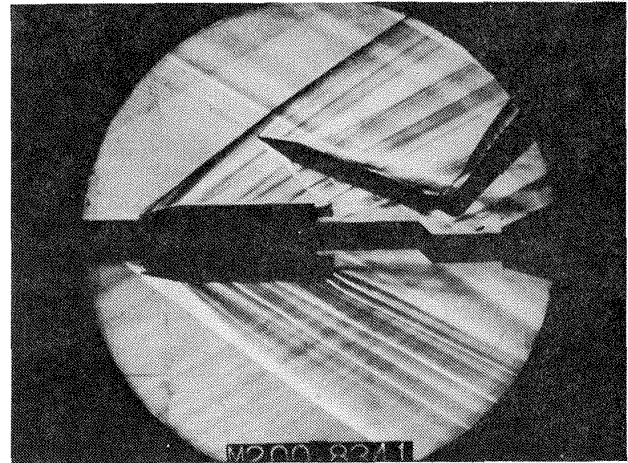
付図 15 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-II)



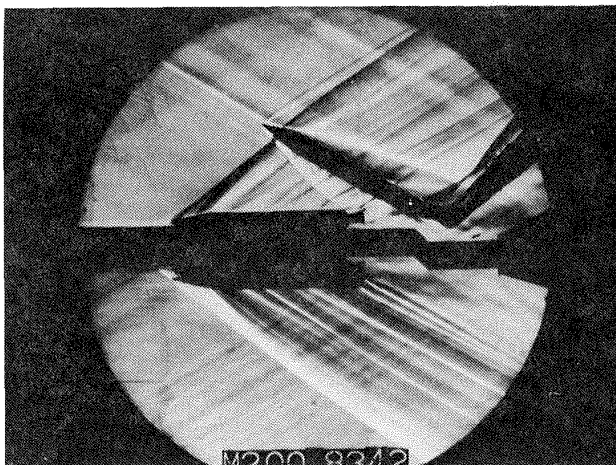
付図 18 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-III)



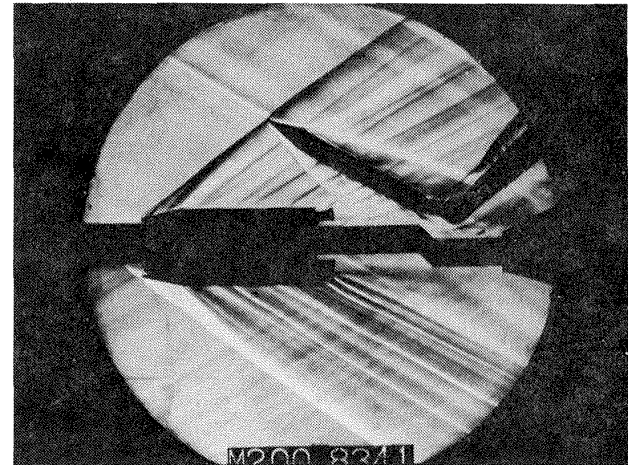
付図 19 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-III)



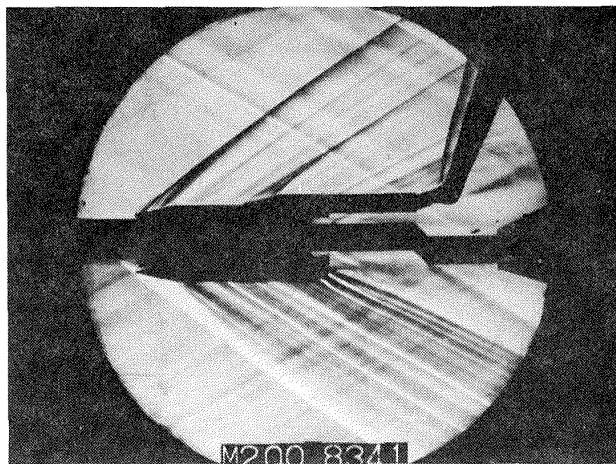
付図 22 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-IV)



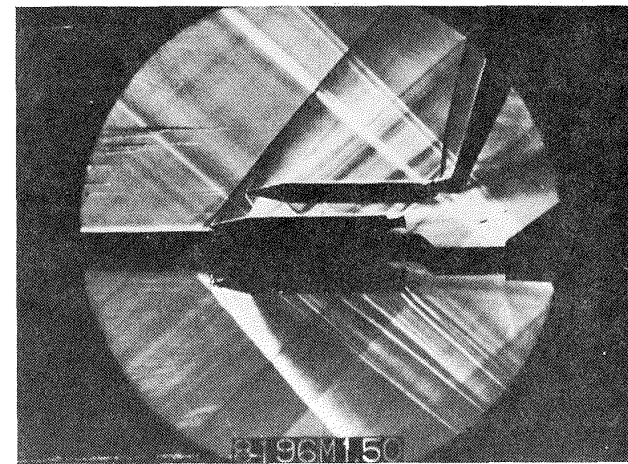
付図 20 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-III)



付図 23 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-IV)



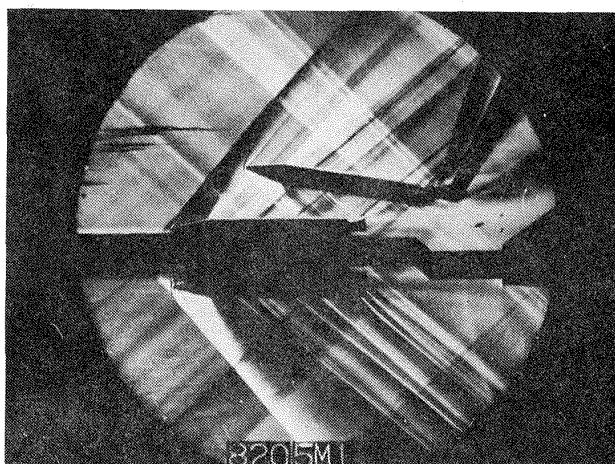
付図 21 シュリーレン
(マッハ数 2.0, 相対位置 A-IV)



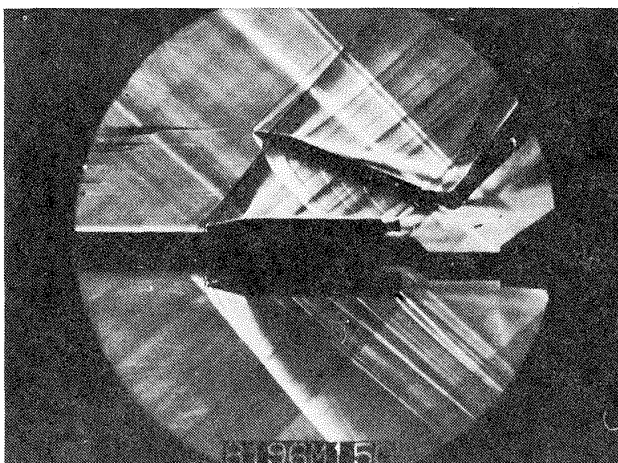
付図 24 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 B-II)



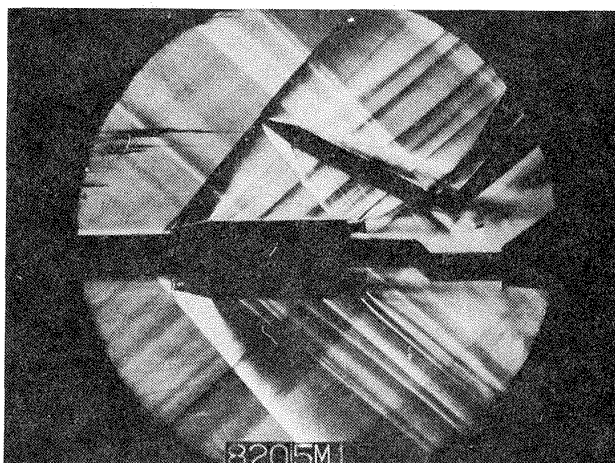
付図 25 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 B-II)



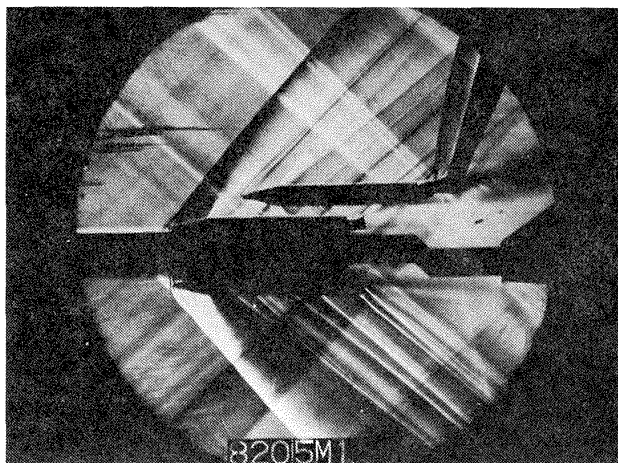
付図 28 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 B-III)



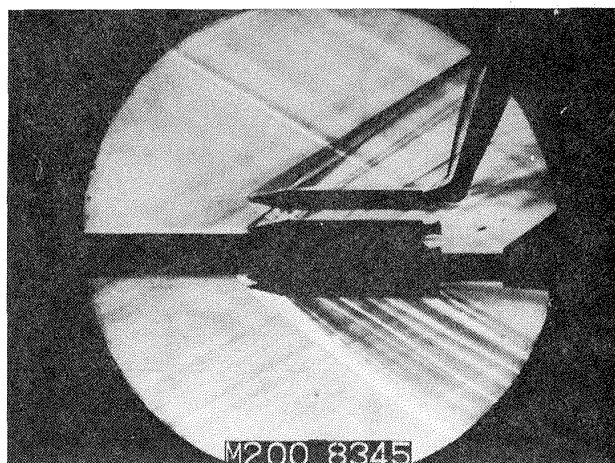
付図 26 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 B-II)



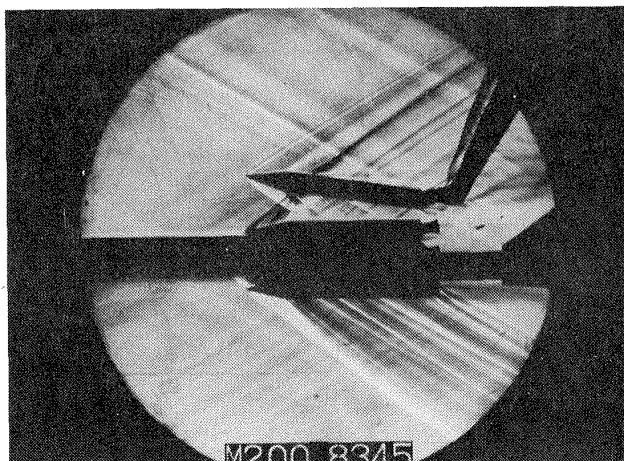
付図 29 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 B-III)



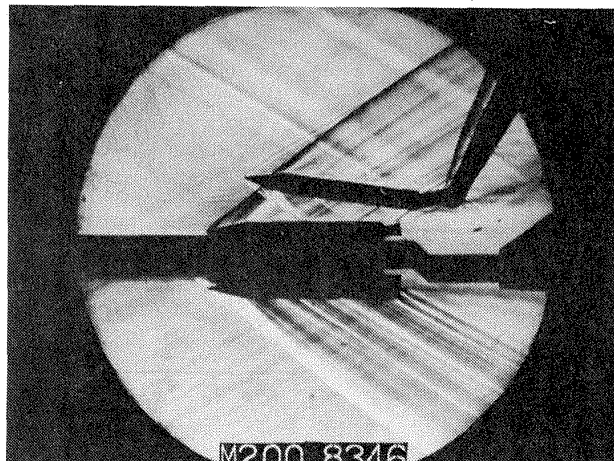
付図 27 シュリーレン写真
(マッハ数 1.5, 相対位置 B-III)



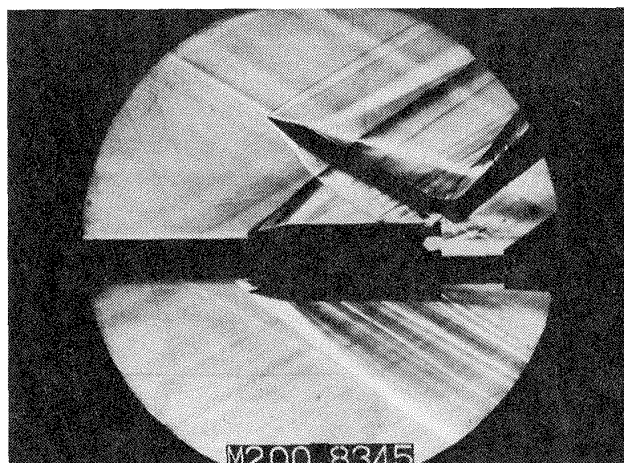
付図 30 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-I)



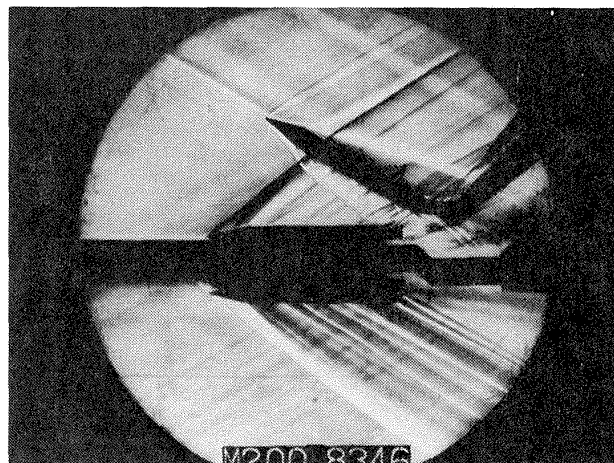
付図 31 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-I)



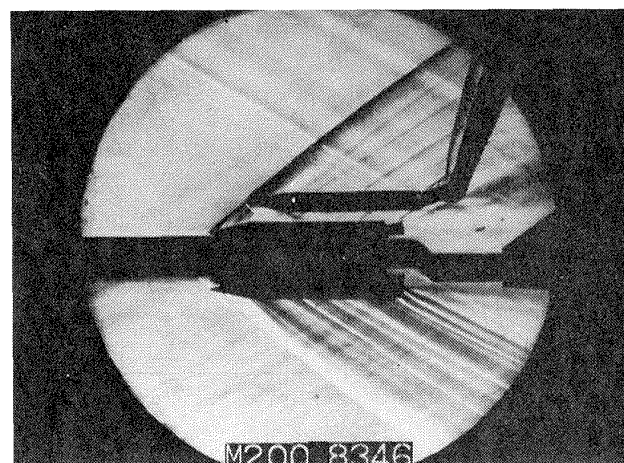
付図 34 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-II)



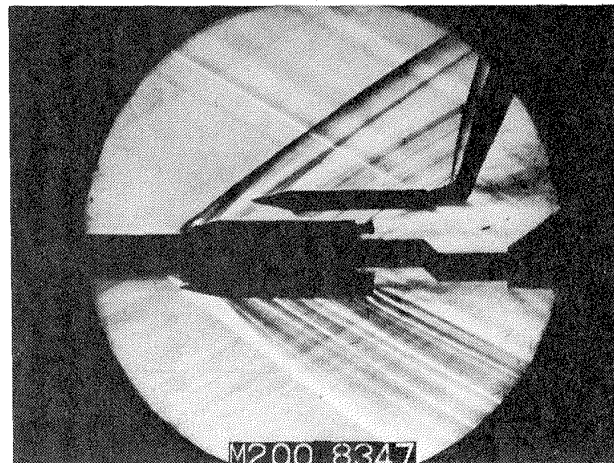
付図 32 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-I)



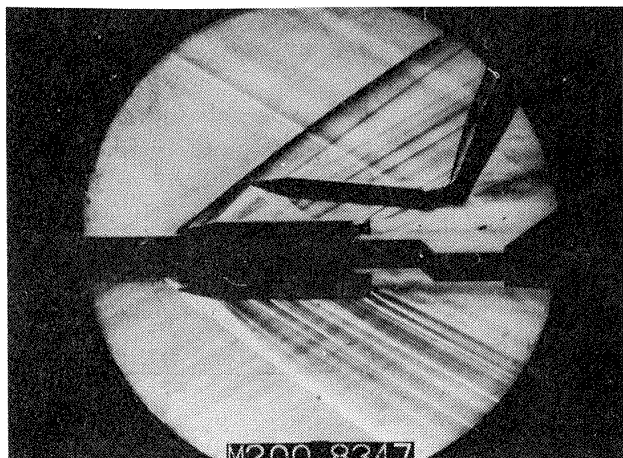
付図 35 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-II)



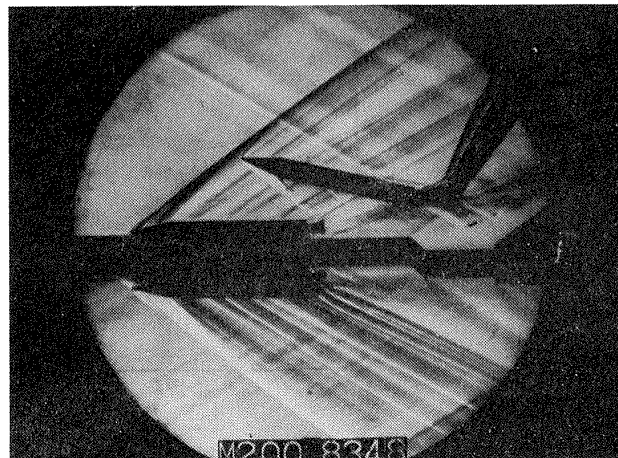
付図 33 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-II)



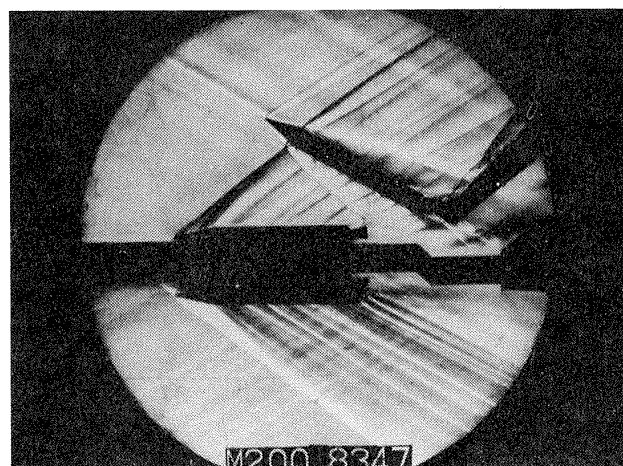
付図 36 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-III)



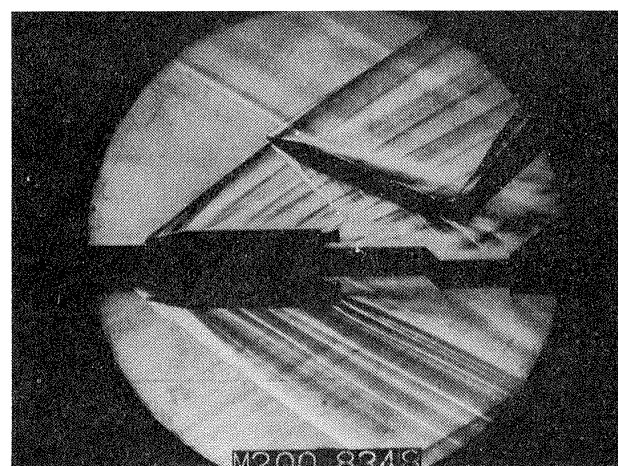
付図 37 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-III)



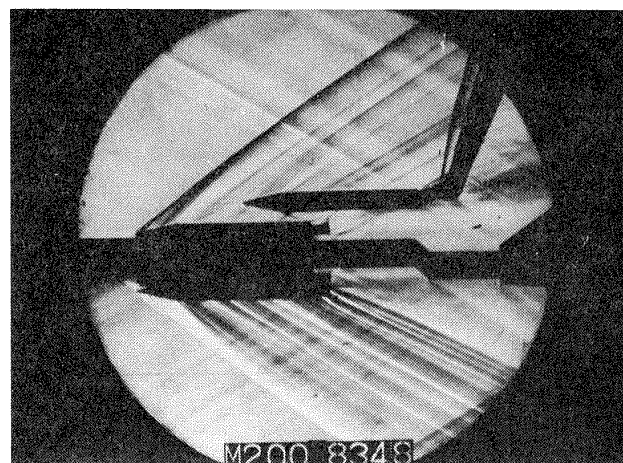
付図 40 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-IV)



付図 38 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-III)



付図 41 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0 相対位置 B-IV)



付図 39 シュリーレン写真
(マッハ数 2.0, 相対位置 B-IV)

航空宇宙技術研究所資料 407 号

昭和 55 年 3 月 発行

発行所 航空宇宙技術研究所
東京都調布市深大寺町 1880
電話武蔵野三鷹(0422)47-5911(大代表)〒182

印刷所 株式会社 東京プレス
東京都板橋区桜川 2 - 27 - 12
