

UDC 629.7.058.47.  
001.4:  
629.735.7

# 航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

## TM-217

フライングテストベッド自動安定装置性能試験 (I)

——製作時性能試験——

小川敏雄・甲斐忠夫  
十河 弘・増原 恢

1972 年 7 月

航空宇宙技術研究所  
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

既 刊 資 料

TM-171	缶形燃焼器（低圧，低温系）試験設備による航空計器の氷結（着氷）試験	1970年3月	鈴木邦男，相波哲朗 本間幸吉，服部宣夫
TM-172	自動追尾型風向風速測定器	1970年3月	川幡長勝，中谷輝臣
TM-173	F A-200 改機の動安定微係数	1970年4月	遠藤浩，林良生 海老沼幸成，中谷輝臣
TM-174	遷音速風洞動安定測定装置の構造と作動	1970年4月	小橋安次郎，河野長正文 西武徳，宮沢政
TM-175	NAL-16・31D型ロケットの研究試作	1970年5月	五代富文，近藤洋史 中井暎一，田畑浄治
TM-176	非対称自由流線の一計算法	1970年5月	高橋 侖
TM-177	小型固体ロケットモータの振動燃焼実験—パルス法による中周波振動燃焼の研究—	1970年5月	五代富文，伊藤克弥 西村久男，湯沢克宣 柴藤 羊二
TM-178	大型低速風洞動安定微係数測定装置	1970年5月	広岡貫一，遠藤浩 戸田亘洋，岡部祐二郎
TM-179	風洞天秤の試作	1970年5月	金成正好，北出大三
TM-180	ジェットエンジン燃焼器出口ガス流の乱れの測定（Ⅱ）—レーザのドップラ効果を利用する方法—	1970年5月	相波哲朗
TM-181	航空機の乗り心地について	1970年6月	幸尾治朗
TM-182	排気系障害板の模型実験	1970年10月	田辺義一
TM-183	ロケット模型の大型低速風洞試験	1970年9月	近藤洋史，高橋 宏 桑野尚明
TM-184	金属線へ衝突する液滴の現象	1970年9月	田丸 卓，乙幡安雄
TM-185	推進エンジン用空気取入口の予備実験	1970年9月	近藤 博，石賀保正
TM-186	NAL-25・31 型ロケット試作と飛しょう試験	1970年11月	宇宙研究グループ
TM-187	推力 300 kg ジンバル液体ロケットエンジンの揺動特性（Ⅰ）	1970年11月	榎崎哲二，中野富雄 橋本亮平，竹花真一郎
TM-188	自由飛行模型 FFM-10 の空力微係数におよぼす機体弾性変形の影響について	1970年11月	河崎俊夫，河本 巖 戸田 勸
TM-189	燃料蒸発管に関する研究（Ⅲ）—管内の燃料空気二相流への熱伝達—	1970年12月	田丸 卓，乙幡安雄 鈴木邦男
TM-191	大型電子計算機プログラムライブラリ	1970年12月	戸川隼人，磯部俊夫
TM-192	極超音速風洞 M9 ノズル較正試験	1971年1月	長洲秀夫，橋本 登 穂積弘一，松崎貴至
TM-194	航空機の STOL 性に関する一考察	1971年1月	田辺義一
TM-195	曲面壁上の噴流に対する噴出孔形状，配列の効果について	1971年1月	西村英明，白井 弘 井上重雄，三村富嗣雄
TM-196	NAL-16H 型ロケットの研究試作	1971年1月	宇宙研究グループ
TM-197	二次元煙風洞について	1971年1月	高橋 宏，戸田亘洋 白井正孝
TM-198	等高線を描かせるプログラム	1971年1月	磯部俊夫
TM-199	航空機用ヒータの燃焼器の開発実験	1971年2月	堀内正司，本間幸吉 矢萩 恵一
TM-202	単発 STOL 実験機に関する研究—テレメータ実験局の電界強度測定—	1971年6月	幸尾治朗，小野孝次 矢沢健司，塚野雄吉
TM-203	固体ロケットの比推力測定の標準化	1971年6月	五代富文，岡部祐二郎 清水昭紀，伊藤克弥 西村久男

# フライングテストベッド自動安定装置性能試験 (I)\*

— 製作時性能試験 —

小川敏雄\*\*・甲斐忠夫\*\*

十河弘\*\*\*・増原恢\*\*\*\*

## 1. まえがき

VTOL 機の垂直離着陸およびホバリングの制御特性を研究するための航技研フライングテストベッド<sup>1)</sup>、FTB (Flying Test Bed) は自動安定装置、ASE (Automatic Stabilization Equipment) を装備している。この FTB 用 ASE は昭和42年7月に完成以来、当研究所本所におけるピッチおよびロール系の1軸回り可動実験を経て、昭和43年7月より昭和46年6月迄、当研究所角田支所においての拘束および自由飛行実験に搭載された。

性能試験は、製作時、オーバホール時および実験前試験にわかれ、その内容はセンサ、計算増幅器等の単体試験とシステムとしての総合試験に大別できる。製作時には、単体試験、総合試験とも詳細に行なわれ、実験前には総合試験に重点がおかれた。この報告では製作時の性能試験について述べ、その他の試験については別に報告する。

## 2. 自動安定装置の構成<sup>2),3)</sup>

FTB 用 ASE の機能は、ピッチ系およびロール系ではダンピング効果と復元力を、ヨー系ではダンピング効果のみ、高度系（ハイト系）では、昇降速度相当項および加速度をフィードバックしてダンピング効果を得ている。また、故障対策として、ピッチ系、ロール系および高度系では三重系統が、ヨー系では二重系統が採用されている。

本 ASE は、機体運動を感知するセンサ、計算回路および油圧サーボ系より構成される。図1に ASE 系統図、図2-a および図2-b に ASE の要素の構成を示す。

\* 昭和47年3月4日受付

\*\* 新型航空機部

\*\*\* 富士重工業株式会社

\*\*\*\* 日本電気株式会社

## 3. 自動安定装置の主要構成機器性能

FTB は骨組構造の中央部にジェットエンジン2基を装備していて、振動および温度環境が厳しいことが予想されるうえに、ASE システムとしても、多重系における故障検出および自動切換の採用、不完全積分、不完全微分回路を有することなどの理由により、信頼性、精度の面から高性能な機器が求められる。しかし、その具体的な性能に対する要求は、今後さらにシステムの解析およびシミュレータ実験など、パイロットを含めた検討を進めることにゆだねる面が多い。したがって次に上げる基準とする性能は、現在得ることのできる機器の性能、および FTB の要求するシステムの機能とを勘案して定めた。

次に本 ASE で採用した機器の計画基準性能を示す。

### 3.1 検知器部

#### (1) パーチカルジャイロ

角度検出範囲	ピッチ, ロール共 $\pm 45^\circ$
スケールファクタ	500 mV/1° 以上
ジャイロモータ起動	5 min 以内
起立レート	約 5°/min
起立精度	$\pm 0.3^\circ$ 以下
動揺時の精度	$\pm 0.3^\circ$ 以下
フリードリフト	0.6°/min 以下

#### (2) レートジャイロ

角速度検出範囲	$\pm 45^\circ/\text{s}$
スケールファクタ	138~142 mV/°/s
最小感度	0.01°/s
分解能	0.01°/s
零レートエラー	$\pm 26.6 \text{ mV}$ 以下
直線性	フルスケールの 1/2 迄 $\pm 0.5\%$ 以下
	フルスケール迄 $\pm 3.0\%$ 以下

#### (3) 加速度計

上下加速度検出範囲	$\pm 0.5 g$
-----------	-------------

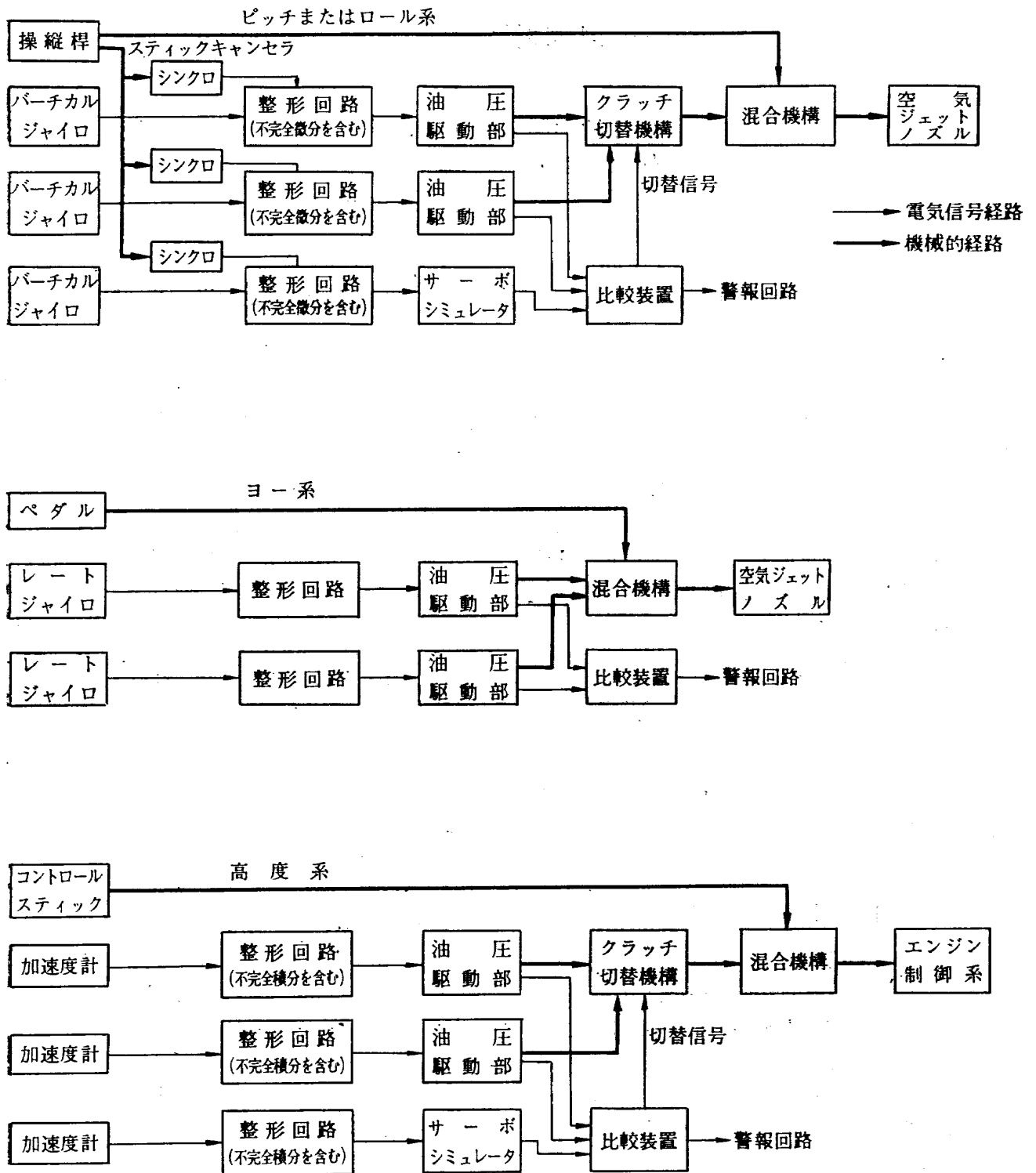


図 1 自動安定装置系統図

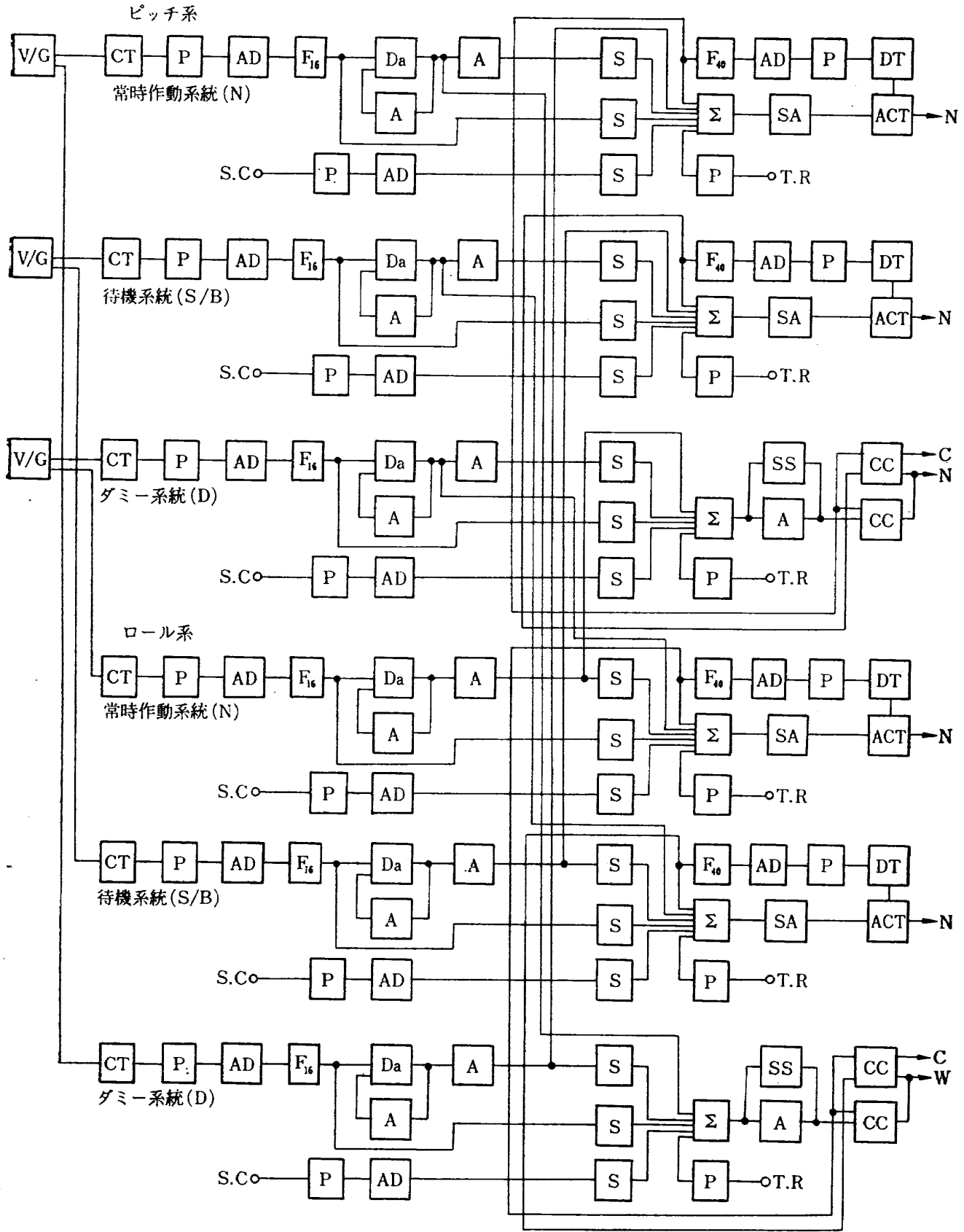
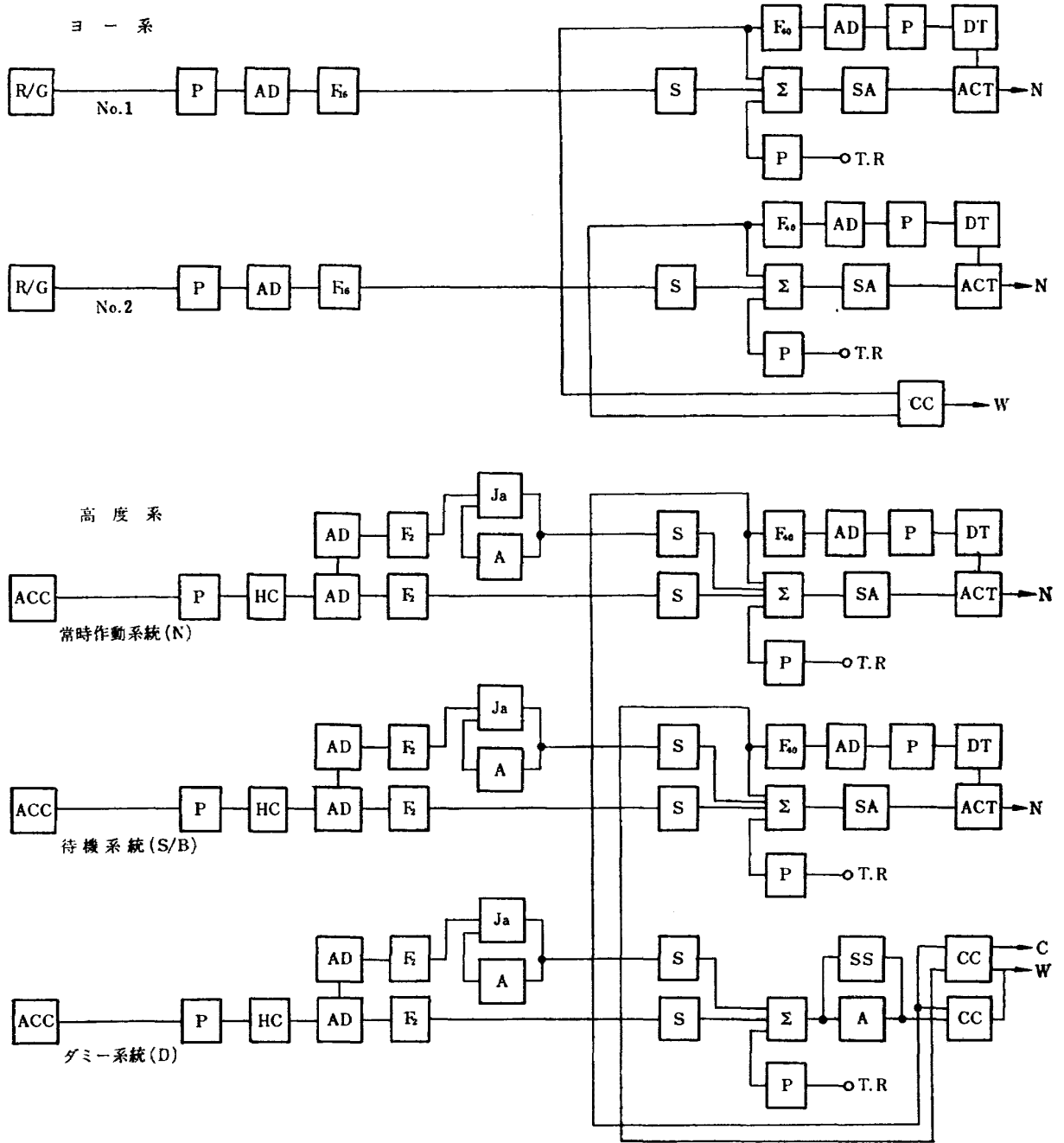


図2-a 自動安定装置の構成



記号

- |                      |                                    |                                  |                        |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| <b>V/G</b> パーチカルジャイロ | <b>AD</b> 位相弁別増幅器                  | <b>F<sub>2</sub></b> 2Hzローパスフィルタ | <b>DT</b> 差動トランス       |
| <b>R/G</b> レートジャイロ   | <b>A</b> 演算増幅器                     | <b>Σ</b> 加算抵抗器カード                | <b>ACT</b> アクチュエータ     |
| <b>ACC</b> 加速度計      | <b>SA</b> サーボ増幅器                   | <b>Ja</b> 不完全積分素子カード             | <b>CC</b> 比較装置         |
| <b>CT</b> シンクロ変圧器    | <b>F<sub>16</sub></b> 16Hzローパスフィルタ | <b>Da</b> 不完全微分素子カード             | <b>HC</b> ハイカット回路      |
| <b>P</b> ポテンショメータ    | <b>F<sub>40</sub></b> 40Hzローパスフィルタ | <b>SS</b> サーボシミュレータ素子カード         | <b>S</b> ゲイン切替ロータリスイッチ |
| S.C スティックキャンセラ       | C クラッチ切替回路                         | N ノズル                            |                        |
| T.R トリム              | W 警報回路                             |                                  |                        |

図 2-b 自動安定装置の構成

スケールファクタ	約 200 mV/g/V
零エラー	0.02 g 以下
直線性 フルスケール迄	±1.5% 以下
クローストーク	0.02 g/g 以下
ストップセッティング	1~1.5 g

### 3.2 計算増幅器部

#### (1) 位相弁別増幅器

入 力	400 Hz キャリア変調信号, 入力抵抗 約 100 k $\Omega$
出 力	DC $\pm$ 10 V 以上, 出力抵抗 約 10 k $\Omega$
増幅度	20 倍以上
直線性	最大出力の $\pm$ 1% 以下 ( $\pm$ 10 V 迄)
電 源	400 Hz, 115 V

#### (2) サーボ増幅器

入 力	100~500 k $\Omega$ を入力に接続し, 最大 $\pm$ 10 V 迄印加可能
出 力	1 k $\Omega$ 負荷時に出力電流 $\pm$ 10 mA 最大
増幅度	500 k $\Omega$ 入力抵抗時 $\pm$ 5 mA/V 以上
直線性	最大出力の $\pm$ 2% 以下 ( $\pm$ 5 mA 迄)
電 源	400 Hz, 115 V

#### (3) 演算増幅器

形 式	チョップ増幅ドリフト補償
直流増幅器利得	60 dB 以上
補償増幅器利得	40 dB 以上 (0.2 Hz 以下)
チョップ周波数	400 Hz
電 源	$\pm$ 16 V DC (安定化電源) 400 Hz, 6.3 V

#### (4) 不完全微分演算 CR 素子

不完全微分時定数	0.04, 0.06, 0.08, 0.1 s
----------	-------------------------

#### (5) 不完全積分演算 CR 素子

不完全積分時定数	6, 8, 10 s
----------	------------

#### (6) サーボシミュレータ

油圧サーボ系を一次遅れ要素でシミュレートし, 時定数は 0.05 s とする。

#### (7) ローパスフィルタ

バーチカルジャイロ出力用	遮断周波数	16 Hz
レートジャイロ出力用	遮断周波数	16 Hz
加速度計出力用	遮断周波数	2 Hz
油圧サーボ系フィードバック用	遮断周波数	40 Hz

#### (8) 比較装置

動作レベル	1.5~8 V
動作精度	$\pm$ 0.3 V 以下

## 4. 単体試験基準および試験方法

単体試験基準は 3. に示した計画基準性能を上回ることはもちろんであるが, それに加えて, 総合的に全機器を接続しては実施しにくい, 機器の詳細な性能および環境試験に重点が置かれる。

本報告では機器の形状, 重量重心などの検査については省略し, 具体的に性能を表わすことのできる試験について述べる。

### 4.1 バーチカルジャイロ

#### (1) 電流消費量

各部の電流消費量は起動時および定常作動時について以下に示す値であること。

ジャイロモータ電源	AC 115 V $\pm$ 2% 400 Hz $\pm$ 1.5%
-----------	--

起動時 500 mA 以下, 定常作動 250 mA 以下

ジャイロ発信器電源	AC 115 V $\pm$ 2% 400 Hz $\pm$ 1.5%
-----------	--

定常作動時 200 mA 以下

トルクモータ電源	AC 26 V $\pm$ 2% 400 Hz $\pm$ 1.5%
----------	---------------------------------------

定常作動時 500 mA 以下

#### (2) ジャイロモータ回転数 21000 r.p.m. 以上

定速時における回転数をストロボスコープにより測定する。

#### (3) ジャイロモータ起動時間 5 min 以内

規定電圧を印加し, 定速回転に達する時間をストップウォッチにより測定する。

#### (4) 起立精度 $\pm$ 0.3° 以内

バーチカルジャイロを傾斜台に取付け, 傾斜台を水平にセットする。規定電圧を印加し作動状態とする。約 15 分間作動させ, 真空管電圧計で水平時の出力電圧を記録する。この状態でスピン軸を任意の角度 (約 10°) いかなる方向へ傾けても正常位置迄起立し, その起立精度は基準以内であること (シンクロ受信機を含む)。

#### (5) 起立レート 5° $\pm$ 1°/min

バーチカルジャイロを傾斜台に取付け, 傾斜台を水平にセットする。規定電圧を印加し作動状態とする。傾斜台を 10° 傾け, 真空管電圧計で, その出力電圧を読み取り記録する (ピッチ, ロール共)。傾斜台を水平に戻し, スピン軸をピッチ, ロールの一方向づつ傾け, 真空管電圧計で出力電力を読み 10° にする。10° の地点よりスピン軸が鉛直になる迄の時間を測定し, 1 分間当りの起立レートを算出する (ピッチ軸上

下, ロール軸左右, シンクロ受信機を含む)。

(6) 自由度 ピッチ, ロール共  $\pm 45^\circ \pm 1^\circ$

パーティカルジャイロを傾斜台に水平に取付け, 傾斜台を水平にセットする。規定電圧を印加し, 作動状態とする。傾斜台を傾け, ジンバルの自由度を測定する。

(7) フリードリフト  $0.6^\circ/\text{min}$  以内

パーティカルジャイロを動揺台に水平に取付け, 規定電圧を印加し, 作動状態とし, 10分間連続に動揺(動揺台傾斜角  $\pm 5^\circ$ , 振動数  $8\sim 10/\text{min}$ )を与える。このとき出力電圧をペン書きオシログラフに記録する。ただし動揺を与えるとき, トルクモータ回路は OFF とする(シンクロ受信機を含む)。

(8) 出力特性 出力電圧  $500\text{mV}/^\circ$  以上

パーティカルジャイロを傾斜台に水平に取付け, 傾斜台を水平にセットする。規定電圧を印加し, 作動状態とする。傾斜台を傾け出力電圧を真空管電圧計で読み記録する(シンクロ受信機を含む)。

(9) 動揺 起立精度  $\pm 0.3^\circ$  以下

動揺台に水平に取付け, 規定電圧を印加し, 作動状態とし, 10分間連続に動揺(動揺台傾斜角  $\pm 7.5^\circ$ , 振動数  $8\sim 10/\text{min}$ )を与える。このときの出力電圧をペン書きオシログラフに記録する(シンクロ受信機を含む)。

(10) 環境試験

(a) 高温作動 起立精度  $\pm 0.3^\circ$  以下

パーティカルジャイロを高温槽に取付け, 動揺台上にセットする。高温槽内を  $+55^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$  に2時間保持する。2時間の終りの10分間で規定電圧を印加し, 作動状態とする。動揺(動揺台傾斜角  $\pm 7.5^\circ$ , 振動数  $8\sim 10/\text{min}$ )を10分間与え, シンクロ受信機の出力電圧をペン書きオシログラフに記録する。

(b) 低温作動 起立精度  $\pm 0.3^\circ$  以下

パーティカルジャイロを低温槽に取付け, 動揺台上にセットする。低温槽を  $-10^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$  に2時間保持する。2時間の終りの10分間で規定電圧を印加し, 作動状態とする。動揺(動揺台傾斜角  $\pm 7.5^\circ$ , 振動数  $8\sim 10/\text{min}$ )を与え, シンクロ受信機の出力電圧をペン書きオシログラフに記録する。

(c) 振動 起立精度  $\pm 0.3^\circ$  以下

振動試験器に取付け, 規定電圧を印加し, 作動状態とする。振動試験器を作動させ, 振動中のシンクロ受信機出力電圧をペン書きオシログラフに記録する。

振動条件 振幅  $0.01\text{in}$ , 周波数  $30\rightarrow 140\rightarrow 30\text{Hz}$  (1回10分間), 3軸方向, および振動レベル  $10g$ ,

周波数  $140\rightarrow 300\rightarrow 140\text{Hz}$  (1回10分間), 3軸方向。

(d) 振動試験後の再現性

振動試験終了後, (4), (5), (8), (9)試験について再現性を確認する。

## 4.2 レートジャイロ

動作試験は, レートジャイロをジャイロホルダーに取付け, レートテーブルを使用して行なう。

(1) 電流消費量

規定電圧を印加し, 起動時およびスピンモータの回転が同期した後の各部の消費電流を測定する。

(2) 最大角速度 CW, CCW 共  $45^\circ/\text{s} \begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$ 以内

規定電圧を印加し, 作動状態とし, ジャイロ出力を看視しながらレートテーブルの回転を増加させ, ジャイロ出力の増加が停止する点の入力レートをレートテーブルのダイヤルで読みとる。

(3) 出力連続性

規定電圧を印加し, 作動状態とし, レートテーブルに入力レートをゆるやかに連続的に零から出力の増加の停止する迄加える。ついで, 急速に  $360^\circ/\text{s}$  迄増加させ, また急速に  $50^\circ/\text{s}$  迄戻す。この操作中において, 出力の増減の不規則または断続があってはならない。CW, CCW 共試験する。

(4) 零レートエラー  $\pm 26.6\text{mV}$  以内

規定電圧を印加し, 作動状態とし, レートテーブルを零より  $20^\circ/\text{s}$  迄増加し, それからゆっくり零に戻す。このとき零レートにおける出力電圧をレシオブリッジにて測定する。CW, CCW 共試験する。

(5) スケールファクタおよび直線性

スケールファクタ  $138\sim 142\text{mV}/^\circ/\text{s}$

直線性 フルスケールの  $1/2$  迄  $\pm 0.5\%$  以下

フルスケール迄  $\pm 3\%$  以下

規定電圧を印加し, 作動状態とし, 零から  $40^\circ/\text{s}$  迄増加し, 再び零まで減少させる。この行程を, レートが反転することなく2回繰返し, 2回目に次の順序で CW, CCW の場合について出力電圧を測定する。

測定点  $10, 20, 40, 20, 5^\circ/\text{s}$

直線性は, スケールファクタ全測点の  $1^\circ/\text{s}$  当りの出力電圧の平均値を定め, これを基準として各測点のうちの最大偏差を求め, これを最大出力で割った値(%)で表わす。

(6) 最小感度  $0.01^\circ/\text{s}$  以下

規定電圧を印加し, 作動状態とし, ジャイロ出力を看視しながら入力レートをじょじょに増加させていく。出力電圧の変化しはじめる点のレートをレートテーブルのダイヤルで読む。CW, CCW 共測定する。



(7) 環境試験

(a) 高温作動 零レートエラーは常温との偏差  $\pm 35.5 \text{ mmV}$  以下。

ジャイロを高温槽にセットし、 $+55^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$  に1時間保時する。その後、規定電圧を印加し、作動状態とし、(2), (3), (4), (5)の試験を行なう。

(b) 低温作動 零レートエラーは常温との偏差  $\pm 35.5 \text{ mmV}$  以下。

ジャイロを低温槽にセットし、 $-10^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$  に2時間保時する。その後、規定電圧を印加し、作動状態とし、(2), (3), (4), (5)の試験を行なう。

(c) 振動 振動中のヌル電圧の変化量  $\pm 15 \text{ mV}$  以内

振動試験器に取付け、規定電圧を印加し、作動状態とする。振動を加える前のヌル電圧を基準にして、加振中のヌル電圧の変化量を記録する。

振動条件 振幅  $0.01 \text{ in}$ 、周波数  $30 \rightarrow 140 \rightarrow 30 \text{ Hz}$  (1回 10 分間)、方向 2 軸、および振動レベル  $10 \text{ g}$ 、周波数  $140 \rightarrow 300 \rightarrow 140 \text{ Hz}$  (1回 10 分間)、2 軸方向。

(d) 振動試験後の再現性

振動試験後、(2), (3), (4), (5)について再現性を確認する。

4.3 加速度計

(1) スケールファクタ、直線性、零エラーおよびストップセッティングの試験

スケールファクタ	$300 \text{ mV/g/V in}$ 以上
直線性	$\pm 1.5\%$ ( $0.0075 \text{ g}$ )
零エラー	$0.015 \text{ g}$ 以下
ストップセッティング	$\pm 1.0 \sim 1.5 \text{ g}$

負方向

加速度計をデバイディングヘッドに、出力軸が水平、入力軸が鉛直になるように取付け、出力電圧をレシオブリッジで監視しながら、デバイディングヘッドを一定の出力電圧になるまで回転させる。このとき回転角を測定し、記録する。同時に、零エラーおよびストップセッティングの試験を行なう。

測定点  $0, -0.005, -0.01, -0.03, -0.05, -0.1, -0.15, -0.2, -0.3, -0.4, -0.5 \text{ g}$

正方向

加速度計をレートテーブルに、出力軸を鉛直、入力軸を回転中心に向けて取付ける。レートテーブルに回転を与えたときの出力電圧をレシオブリッジにて測定する。

測定点  $0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 \text{ g}$

(2) ヒステリシス フルスケールの  $1.5\%$  以下

加速度計をデバイディングヘッドに取付け、規定電圧を印加し、作動状態とする。デバイディングヘッドを CW 方向にまわしたあと、ゆっくりもとの角度に戻し出力電圧を測定する。さらに CCW 方向にまわしたあと、ゆっくりもとの角度に戻し、出力電圧を測定する。

(3) クロストーク  $0.02 \text{ g/g}$  以下

加速度計の入力軸を鉛直とし、レートテーブルに取付け、規定電圧を印加し、作動状態とする。テーブルを回転し、 $1 \text{ g}$  を加え、このときの出力電圧を測定する。

(4) 環境試験

(a) 温度ドリフト 常温 (約  $20^\circ\text{C}$ ) からのドリフトは  $\pm 0.02 \text{ g}$  以下

加速度計を高低温槽に入力軸が鉛直方向を向くように取付け、規定電圧を印加し、作動状態とする。高低温槽を  $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$  に設定し、加速度計の出力電圧を測定し、電源を OFF とする。高低温槽を  $+55^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$  にし、2時間後に規定電圧を印加し、作動状態とし、出力電圧を測定する。同様に  $-10^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$  の場合にも測定し、 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$  からのドリフトを計算する。

(b) 振動

加速度計を振動試験機に入力軸が鉛直方向を向くように取付け、規定電圧を印加し、作動状態とする。振動前のヌル電圧を記録し、振動中のヌル電圧の変化量をフェイズアングルボルトメータにより測定する。

振動条件 振幅  $0.01''$ 、周波数  $30 \rightarrow 140 \rightarrow 30 \text{ Hz}$  (1回 10 分間) および振動レベル  $10 \text{ g}$ 、周波数  $140 \rightarrow 300 \rightarrow 140 \text{ Hz}$  (1回 10 分間)、方向  $z$  軸方向。

(c) 振動試験後の再現性

振動試験後に、零エラーおよびヒステリシスについて試験を行なう。

4.4 計算増幅器部

(1) 位相弁別増幅器

入出力特性

(a) 増幅度 20 倍以上 ただし、増幅度 ( $A_{ad}$ ) は  $A_{ad} = E_{out}/E_{in}$ 、 $E_{in}$  は出力電圧 ( $E_{out}$ ) が  $4 \text{ V}$  のときの入力信号電圧 ( $V$ )。

(b) 直線性 最大出力  $10 \text{ V}$  の  $\pm 1\%$  以下 ただし、直線性とは入出力特性の測定結果から、グラフを作成し、原点を通りそれぞれの点から距離が最小になるように直線を引き、それからの出力電圧の最大偏差とする。

定格電圧  $400 \text{ Hz}$ 、 $115 \text{ V}$  を供給し、入力信号 ( $400 \text{ Hz}$ ) を印加したとき、出力電圧を  $16 \text{ Hz}$  の L.P.F.

を介して負荷抵抗  $100\text{ k}\Omega$  を持続し、その両端をデジボルで測定する。測定点は約 5 点とする。

(2) サーボ増幅器

入出力特性

(a) 増幅度  $\pm 5\text{ mA/V}$  以上 ただし、増幅度 ( $A_{sa}$ ) は  $A_{sa} = I_{out}/E_{in}$  ここで、 $E_{in}$  は出力電流  $5\text{ mA}$  のときの入力信号電圧 ( $V$ ) である。

(b) 直線性  $\pm 5\text{ mA}$  の範囲で最大出力  $\pm 10\text{ mA}$  の  $\pm 2\%$  以下 ただし、直線性とは、入出力特性の測定結果からグラフを作成し、出力電流の  $\pm 5\text{ mA}$  までの点からの距離が最小になるように直線を引き、それからの最大偏差とする。

(c) 偏位出力電流 入力信号零のときの偏位出力電流は  $\pm 0.5\text{ mA}$  以下

試験時には、定格電圧 ( $400\text{ Hz}$ ,  $115\text{ V}$ ) を供給し、チョッパカードの入力端子に  $500\text{ k}\Omega$  の直列抵抗を介し、チョッパカードの出力から入力信号を印加する。出力端子にはサーボ増幅器素子カードを介して、負荷抵抗  $R_L$  を接続し、そのときの出力電流を測定する (図 3)。負荷抵抗は  $1\text{ k}\Omega$  とし、測定点は約 7 点とする。

(3) 演算増幅器

入出力特性

(a) 直流増幅器増幅度  $E_{CE}/E_{in} = 1000$  以上 ただし、 $E_{in}$  は  $5\text{ mV}$

(b) 補償増幅器増幅度  $E_{DE}/E_{in} = 100$  以上 ただし、 $E_{in}$  は  $5\text{ mV}$

(c) 周波数特性  $0 \sim 100\text{ Hz}$  の範囲で  $-3\text{ db}$  以内

(d) 直線性 良好であること

(e) ドリフト 良好であること

試験時には、定格電圧 ( $400\text{ Hz}$ ,  $6.3\text{ V} \pm 5\%$ ,  $\text{DC} \pm 16\text{ V} \pm 1\%$ ) を供給する。直流増幅器の試験では、端子 JE 間に入力信号 ( $E_{in}$ ) を印加し、さらに端子 D を E に接続し、端子 CE 間の電圧  $E_{CE}$  を測定する (図 4 参照)。補償増幅器の試験は、直流増幅器試

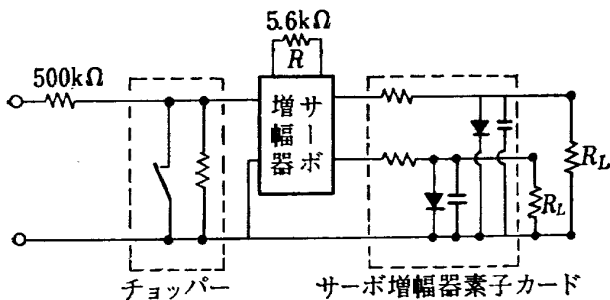


図 3 サーボ増幅器

験と同様の接続で DE 間の接続をはずし、DE 間電圧  $E_{DE}$  を測定する。周波数特性は補償増幅器試験と同じ接続で、端子 JE 間に  $5\text{ mV}$  の正弦波を印加し、出力端子 CE の電圧を測定する。ただし増幅器の増幅度を  $60\text{ db}$  に設定して試験する。直線性、ドリフトは良好であることを確認する。

(4) 不完全微分演算素子カード

演算増幅器と組合わせて試験を行なう。入力信号として、ステップ状電圧を印加し、出力信号が入力信号を不完全微分したものであることを確認する。時定数を決定するコンデンサの精度は  $\pm 5\%$  であること。

(5) 不完全積分演算素子カード

演算増幅器と組合わせて試験を行なう。入力信号として、ステップ状電圧を印加し、出力信号が入力信号を不完全積分したものであることを確認する。時定数を決定するコンデンサの精度は  $\pm 5\%$  であること。

(6) サーボシミュレータ演算素子カード

演算増幅器と組合わせて試験を行なう。入力信号として、ステップ状電圧を印加し、出力信号を観測する。出力波形は一次遅れ形であること。コンデンサの精度は  $\pm 5\%$  であること。

(7) ローパスフィルター (L.P.F.)

遮断周波数が、ハイト系  $2\text{ Hz} \pm 20\%$ , ロール, ピッチ, ヨー系  $16\text{ Hz} \pm 20\%$ , およびピッチ, ロール, ヨー, ハイト系のサーボアクチュエータ部のフィードバック回路  $40\text{ Hz} \pm 20\%$  であること。試験時には、位相弁別増幅器 (AD) に定格電圧 ( $400\text{ Hz}$ ,  $115\text{ V}$ ) を供給する。AD の出力端子に L.P.F. の入力端子を接続し、AD の入力端子に正弦波信号を加え L.P.F. の出力端子の出力信号から  $-3\text{ db}$  に相当する周波数 (遮断周波数) を調べる。

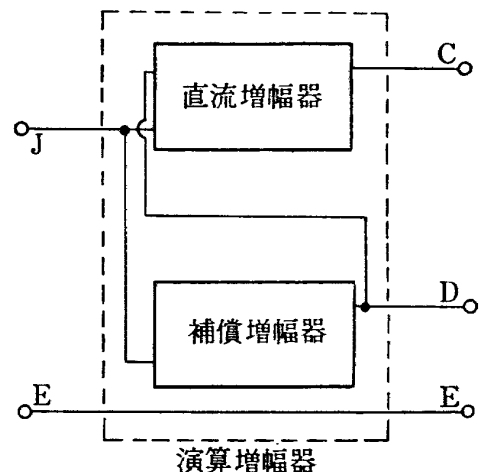


図 4 演算増幅器

(8) 加算抵抗カード 各抵抗の精度  $\pm 0.5\%$  以下  
加算抵抗カードの入力端子と出力端子間の抵抗値を測定する。

(9) サーボ増幅器用 CR 素子カード 制限電流 8~10 mA であること。サーボ増幅器 CR 素子カードの入力端子に DC-15 V を印加し、出力端子に  $1\text{ k}\Omega$  の抵抗を負荷して、そこを流れる電流 (制限電流) を測定する。

(10) チョップカード

定格電圧 (400 Hz, 26 V) を供給し、入力端子に直流電圧を印加したとき、出力電圧の波形を観察し、良好であること。

(11) 比較装置カード

(a) 動作レベル 1.5~8.5 V

定格電圧 (400 Hz, 26 V, DC $\pm 16$  V) を供給する。入力端子の一方を接地し、他方に + の電圧をじょじょに印加する。リレーの動作を確認し、そのときの印加電圧を測定する。上記測定を動作レベル調整用ポテンショメータを調整して、最大レベルと最小レベルについて行なう。

(b) 動作精度は偏差 0.3 V 以内

(a) と同じ方法で動作レベルを約 5 V に設定し、印加電圧をプラスにしたときとマイナスにしたときの動作レベルを測定し、その偏差を求める。また、カードを高低温槽に入れ、 $+55^\circ\text{C}$ 、 $-10^\circ\text{C}$  の温度にし、1 時間経過後、動作レベルを測定し常温との偏差が 0.3 V 以下であること。

(c) 応答速度の時間遅れ 0.5 s 以下であること。

入力信号としてステップ状電圧を印加し、出力信号の時間遅れを測定する。

(d) リセット

リセット回路に DC+28 V を印加し、回路リレー接点のリセットすること。およびこの回路に DC+28 V を連続的に印加していると、動作レベルに達してもリレーは動作しないことを確かめる。

(12) ハイト切断回路

ハイト切断回路の入力端子に DC+28 V を印加したときリレーが動作することを確認する。

4.5 インバータ部

(1) 入力電圧試験 入力電圧 26~30 V DC に対し出力電圧  $115\text{ V}\pm 2.0\%$  以内

試験では、(a)無負荷にて入力電圧を 24~30 V DC 迄変化させたときの出力電圧の変化を記録する。(b)定格負荷 (約 250 V A) にて、入力電圧を 24~30 V DC 迄変化させたときの出力電圧の変化を記録する。

(2) 出力周波数試験 入力電圧 26~30 V DC に対し出力周波数  $400\text{ Hz}\pm 1.5\%$  以内

(1)と同様に試験する。

(3) 入力電流対出力電流特性

入力電圧 28 V DC にて、負荷を無負荷から定格負荷 (約 250 V A) 迄変化させ、そのときの出力電圧および出力周波数を記録する。

5. 総合試験および試験方法

ASE 要素を総合的に組立て、システムの機能を試験する。

(1) 電源

直流安定電源	$\pm 16\text{ V DC}\pm 1.0\%$ 以内
交流電源分配回路	$115\text{ V}\pm 2\%$ 以内 400 Hz
	$26\text{ V}\pm 5\%$ 以内 400 Hz
	$6.3\text{ V}\pm 5\%$ 以内 400 Hz

全体を組立てた状態で、インバータに  $28\text{ V}\pm 2\text{ V DC}$  の外部電源を接続し、作動状態とする。直流安定電源装置、交流電源分配回路の出力電圧が基準内にあるかどうか測定する。このとき同時にインバータ入力電流の測定を行なう。

(2) 比較回路 動作の確認を行なう。

(3) ASE リセット回路 動作の確認を行なう。

(4) ハイト切断回路 動作の確認を行なう。

(5) 総合動作

全機器を接続し、表 1 の入力条件にて、入力信号を与え、動作の確認を行なう。このとき図 5 の接続にて出力電圧を測定し利得を算出する。また全機器を接続した状態での検知器のスケールファクターを測定する。動作の確認は、主計算増幅器および比較装置部の加算抵抗の入力の点の波形を観察することにより行なう。ただし、利得の算出において、不完全微分回路の利得は比例回路の利得値をそのまま用いる。また、ジャイロモーメントキャンセル回路の利得は「比例回路の利得 $\times$ 加算回路の利得比」の計算によって算出する。

(6) 利得試験

インバータの出力をポテンショメータを通して、主計算増幅器および比較装置部の信号入力端子に加える。入力条件は表 2 による。図 5 の接続にて出力電圧を測定し、各々のゲイン切替の利得を算出する。ただし不完全微分回路の利得は直接測定せず、比例回路の利得と同じと考え、比例回路の利得の測定値をそのまま用いる。またジャイロモーメントキャンセル回路の利得は直接測定せず「比例回路の利得 $\times$ 加算回路の利

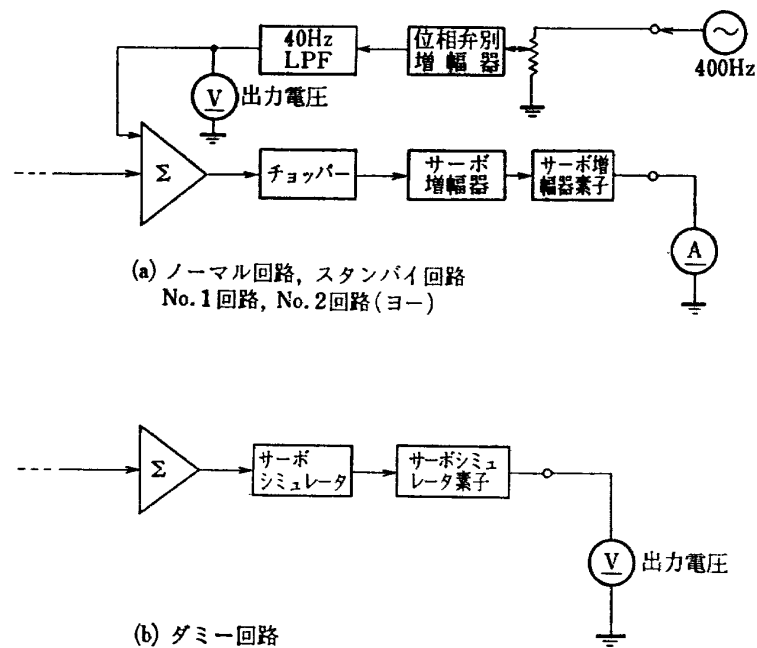


図 5 出力電圧測定回路

得比」の計算によって算出する。不完全微分回路およびジャイロモーメントキャンセル回路は、ステップ状に変化する模擬入力信号に対する出力電圧波形を加算抵抗入力点において観察する。

(7) 振動試験 著しい出力電流, 電圧の変動がないこと。

下記の区分により振動を加える。振動印加中全機器は接続して, 作動状態とし, サーボ増幅器の出力電流を観察する。

主計算増幅器および比較装置部

バーチカルジャイロ部

レートジャイロ部

加速度計部

電源部

インバータ部

振動条件 振動レベル振幅 0.01 in, 上下加速度  
最大 10g 周波数 30→300→30Hz 1回 10分  
間

(8) 振動試験後の再現性

振動試験後(1)~(6)の試験について再現性を確認する。

(9) 温度試験

-10°C に1時間保持し, (1)~(6)の試験を行なう。  
つぎに +55°C に1時間保持し, 同様な試験を行なう。  
試験中主計算増幅器および比較装置部, 電源部,  
インバータ部は接続して, 機器は作動状態とする。

(10) 非常時試験

インバータ故障 組込まれている4個の #1~#4

インバータの何れか一つのインバータの出力を切断し, そのときの ASE 出力を加算抵抗の入力点でペンレコーダに記録し, 比較回路の出力を点検する。全機器を接続して作動状態で行なう。

(11) 油圧アクチュエータを含めた試験

単体試験および総合試験の(1)~(10)までは主として ASE のセンサ, および電子系統のみの試験であるが, この試験では先の試験をもとにして油圧アクチュエータの動作までを含めて試験を行なう。まず, アクチュエータの動作が入力に対して規定通り作動するかどうかを試験する(表5に示す)。ピッチ, ロール, ヨーおよびハイト系の各々ノーマル系およびスタンバイ系について行なう(ダミー系の出力はサーボシミュレータの出力電圧とする)。入力としてはバーチカルジャイロ, レートジャイロおよび加速度計のセンサ出力信号を用いず各々のセンサ出力信号に相当する模擬信号電圧(AC Input 電圧)を与える。ピッチおよびロール系はスタックキャンセラ回路を有するのでこれについても上記と同様に試験を行なう。次に各系統の切換え利得を変えて, 各々の切換利得状態における利得を試験する(表7)。動作特性試験は過渡応答試験および周波数応答試験について行なう(表8, 図7~10)。また, 比較回路作動試験においては誤差レベルを変えて試験する。

## 6. 試験成績

本報告では機器の寸法, 重量重心および適否試験については, その結果を省略し, 具体的な性能を表わす

ことのできる試験結果について示すことにする。総合試験の数値はなるべく図 (Fig.) で表わすことに努めた。

- (1) 単体性能試験結果 表3に示す。
- (2) 総合性能試験結果 表4に示す。
- (3) 油圧サーボ系を含む試験結果\*
  - (3.1) アクチュエータ誤差試験 表5に示す。
  - (3.2) スティックキャンセラ誤差試験 表6に示す。
  - (3.3) 切換利得誤差試験 表7, Fig. 1~6 に示す。
  - (3.4) 動特性試験 表8, Fig. 7~10 に示す。

なお, Fig. 2 (ロール系) 以下の図に対応する試験データの表は省略した。

## 7. ま と め

本性能試験は, あらかじめ定めた試験基準をもとにして実施した。この試験基準の選定は, シミュレータ試験などで, 十分に検討し, 現実を得られるハードウェアの性能を考慮して得たものであり, FTB の性能

を十分に発揮させるために必要なものである。これらの試験基準に対し, 各系統の試験結果は十分満足できる成績を得た。また, これらの試験を通じて, 各系統の小さな不具合も徹底的に検出され, 実験中の各機器の信頼性を増大させることとなった。

おわりに, 本性能試験の実施にさいし, 富士重工業(株), 日本電気(株) および日本航空電子工業(株) の関係諸氏にご協力いただいたことに感謝いたします。

## 文 献

- 1) 新型航空機部; フライングテストベッドの計画, 航技研報告 TR-154 (1968)
- 2) 武田, 甲斐; フライングテストベッドの高度制御システムの検討, 航技研報告 TR-114 (1966)
- 3) 武田, 堀川, 小川, 森; 航技研フライングテストベッドの姿勢制御方式の検討, 航技研報告 TR-120 (1966)
- 4) 藤枝, 十河, 川崎, 中村; フライングテストベッド油圧系統試験, 航技研資料 TM-224 (1972/5)

\* 油圧サーボ系試験の詳細について, 文献 (4) を参照のこと。

## 試験結果図表目次

表 1 総合動作試験入力条件	3. 温度試験
表 2 利得試験入力条件	3.1 電源電圧・消費電流
表 3 単体性能試験	3.2 比較装置・ASE リセット
1. 電源	3.3 ドリフトおよび利得
2. 比較回路	4. 振動試験
3. パーチカルジャイロ動作試験	5. 振動試験及び再現性
4. レートジャイロ	5.1 電源電圧・消費電流
4.1 動作試験	5.2 比較装置
4.2 常温試験	5.3 利得
4.3 振動試験	表 5 アクチュエータの誤差試験
4.4 振動試験後の再現性	1. ピッチ系統
4.5 環境試験	1.1 検査方法
付表 1 レートジャイロ出力特性表	1.2 測定結果
5. 加速度計	2. ロール系統
5.1 動作試験	2.1 検査方法
5.2 単体環境試験	2.2 測定結果
5.3 振動試験	3. ヨー系統
5.4 振動試験後の再現性	3.1 検査方法
付表 2 負方向の直線性, スケールファクター	3.2 測定結果
付表 3 負方向の直線性スケールファクター	4. ハイト系統
付表 4 正方向の直線性	4.1 検査方法
6. インバータ性能試験	4.2 測定結果
6.1 #1 インバータ	表 6 ステックキャンセラー誤差試験
6.2 #2 インバータ	1. ピッチ系統
6.3 #3 インバータ	1.1 検査方法
6.4 #4 インバータ	1.2 測定結果
表 4 総合性能試験	2. ロール系統
1. 総合動作	2.1 検査方法
1.1 ピッチ系統比例回路	2.2 測定結果
1.2 ピッチ系統スティックキャンセラー回路	表 7 切換利得誤差試験
1.3 ロール系統比例回路	1. ピッチ系統
1.4 ロール系統スティックキャンセラー回路	2. ロール系統
1.5 ヨー系統比例回路	表 8 動特性試験・過渡応答試験
1.6 ハイト系統比例回路	1. ピッチ系統
1.7 ハイト系統不完全積分回路	2. ロール系統
2. 利得試験	3. ヨー系統
2.1 ピッチ系統	4. ハイト系統
2.2 ロール系統	5. 比較回路作動試験
2.3 ヨー系統	5.1 作動レベル
2.4 ハイト系統	5.2 クラッチ作動

アクチュエータを含めた ASE (但し センサは除く)  
の入力-出力特性

- Fig. 1, 2     ピッチ系統
- Fig. 2, 3     ロール系統
- Fig. 3, 4     ヨー系統
- Fjg. 4, 5, 6   ハイト系統

アクチュエータを含めた ASE (但し センサは除く)  
の周波数特性

- Fig. 7     ピッチ系統
- Fig. 8     ロール系統
- Fig. 9     ヨー系統
- Fig. 10    ハイト系統

表 1 総合動作試験入力条件

回 路	入 力	入力印加 点
ピッチ角比例回路	6°	バーチカルジャイロ
ピッチ角不完全微分回路	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 6^\circ \text{ の振幅} \\ 0.5 \text{ Hz の正弦波変化入力} \end{array} \right.$	同 上
ジャイロモーメントキャンセル回路		同 上 (ロール)
スティックキャンセラー回路	6 V	スティックキャンセラー回路 入力端子
ロール角比例回路	6°	バーチカルジャイロ
ピッチ角不完全微分回路	$\left\{ \begin{array}{l} \pm 6^\circ \text{ の振幅} \\ 0.5 \text{ Hz の正弦波変化入力} \end{array} \right.$	同 上
ジャイロモーメントキャンセル回路		同 上 (ピッチ)
スティックキャンセラー回路	6 V	スティックキャンセラー回路 入力端子
ヨー角速度比例回路	1 °/s	レートジャイロ
上下加速度比例回路	2.5 m/s <sup>2</sup>	加速度計
不完全積分回路	0.1 m/s <sup>2</sup>	加速度計

表 2 利得試験入力条件

回 路	入 力	入力印加 点
ピッチ角比例回路	バーチカルジャイロの 6° の傾きの時の出力に相当する電気信号 ステップ状に変化する模擬電気信号 同 上 (ロール) 6 V	主計算増幅器信号入力点
ピッチ角不完全微分回路		同 上
ジャイロモーメントキャンセル回路		同 上 (ロール)
スティックキャンセラー回路		スティックキャンセラー回路 入力端子
ロール角比例回路	バーチカルジャイロの 6° の傾きの時の出力に相当する電気信号 ステップ状に変化する模擬電気信号 同 上 (ピッチ) 6 V	主計算増幅器信号入力点
ピッチ角不完全微分回路		同 上
ジャイロモーメントキャンセル回路		同 上 (ピッチ)
スティックキャンセラー回路		スティックキャンセラー回路 入力端子
ヨー角速度比例回路	レートジャイロの 1°/s の入力 のときの出力に相当する電気信号	主計算増幅器信号入力点
上下加速度比例回路	加速度計の 2.5 m/s <sup>2</sup> の入力 のときの出力に相当する電気信号 加速度計の 0.1 m/s <sup>2</sup> の入力 のときの出力に相当する電気信号	主計算増幅器信号入力点
不完全積分回路		同 上



表 3 単体性能試験  
1. 電源 (検知器なしのとき)

項 目	規 格	試 験 結 果				
		# 1	# 2	# 3	# 4	
電 圧 偏 差	DC +16V	±1.0%	16.07V	16.07V	16.07V	16.08V
	DC -16V		-16.07	-16.07	-16.08	-16.09
	AC 400 Hz 115V	±2.0%	115.1 Hz	115.2 Hz	115.2 Hz	115.3 Hz
	AC 400 Hz 26V	±5.0%	26.53V	26.62V	26.54V	26.52V
	AC 400 Hz 6.3V	±5.0%	6.43	6.49	6.47	6.42
消 費 電 流		0.63A	0.85A	0.77A	0.49A	

2. 比較回路

項 目	方 法	規 格	設定点	動 作 点
ピ ッ チ	模擬信号により動作を確認する。	正常に作動すること。	1.5V	N-S 1.55V N-D 1.49
ロ ー ル			1.5	N-S 1.50 N-D 1.49
ヨ ー			3.0	No. 1-No. 2 3.16
ハ イ ト			5.5	N-S 5.67 N-D 5.61

3. パーチカルジャイロ動作試験 (室温 21.5°C, 湿度 54%)

試 験 項 目	試 験 方 法	規 格	試 験 結 果			
			1107	1108	1109	
電 流 消 費 量	各部の電流を測定する	ジャイロモータ起動時	500 mA 以下	310 mA	293 mA	350 mA
		ジャイロモータ定常時	250 mA 以下	110	120	113
		シンクロ	200 mA 以下	68	68	65
		トルクモータ	500 mA 以下	210	200	230
ジャイロモータ回転数	ジャイロモータの定速時における回転数をストロボスコープによって測定する	21000 rpm 以上	22,600 rpm	22,350 rpm	23,150 rpm	
ジャイロモータ起動時間	定速回転に達する時間をストップウォッチで測定	5 min 以内	1 m 46 s	2 m 30 s	2 m 35 s	
起 立 レ ー ト	スピンの軸を 10° 傾けて鉛直迄起立するレートを測定する。	5±1°/s	①	5.55 °/min	5.13 °/min	4.80 °/min
			②	4.95	5.36	4.58
			③	4.74	4.62	4.58
			④	4.88	4.95	5.35
自 由 度	ジンの自由度を測定する。	45°±1°	①	45.2°	45.2°	45.3°
			②	45.1	45.3	45.5
			③	45.7	45.2	45.3
			④	45.7	45.2	45.5

## 4. レートジャイロ

## 4.1 動作試験 (室温 26.5°C, 湿度 55%)

試験項目	試験方法	規格	試験結果	
			S/N D-201	S/N D-202
消費電流検査	定常回転時の各相の電流を測定する。	26V 400Hz 起動時 定常時 6.3V 400Hz DC 28V	240 mA 90 177 60	250 mA 95 176 60
最大角速度	検出器の出力が最大となる時の入力角速度を測定する。	CW $45^{+3}_{-2}$ °/s	46.0 °/s	45.9 °/s
		CCW $45^{+3}_{-2}$ °/s	43.9	46.05
零レートエラー	入力レートをゆっくり零に戻した時の出力を測定する。 (CW, CCW 共に行なう)	±26.6 mV 以内	CW -9.62 mV	-2.08 mV
			CCW -4.68	-0.26
スケールファクタ	途中入力レートが反転することなく 10, 20, 40, 20, 5 °/s の点の出力を CW, CCW 共に測定し、それによって算出する。	138~142 V/°/s	141.42 mV	140.49 mV
直線性		フルスケールの 1/2 迄 ±0.5% フルスケール迄 ±3%	付表 1 参照	
最小感度	入力レートを徐々に増加した時出力電圧が変化しはじめる点の入力レートを測定する。	0.01 °/s 以下	CW 0.005 °/s 以下	0.005 °/s 以下
			CCW 0.005 以下	0.005 以下

## 4.2 常温試験

試験項目	規格	試験結果			
		S/N D-201		S/N D-202	
		CW	CCW	CW	CCW
最大角速度	$45^{+3}_{-2}$ °/s 以内	44.6 °/s	47.0 °/s	46.2 °/s	46.0 °/s
零レートエラー	±26.6 mV 以内	-2.6 mV	-5.7 mV	-3.9 mV	-4.7 mV
スケールファクタ	138~142 V/°/s	139.94 mV/°/s		140.25 mV/°/s	

4.2 常温試験 (つづき)

項目	規格	入力 角速度	試験結果					
			S/N D-201			S/N D-202		
			㉠[V/V]	㉡[V/V]	出力[°/s]	㉠[V/V]	㉡[V/V]	出力[°/s]
直 線 性	20°/s 迄 ±0.5%	CW 10°/s	+0.05378	+0.05394	9.982	+0.05374	+0.05391	9.953
			+0.10784	+0.10800	19.982	+0.10790	+0.10807	19.953
		20	+0.21573	+0.21589	39.951	+0.21513	+0.21530	39.715
			+0.10805	+0.10821	20.024	+0.10810	+0.10827	19.989
	20°/s より 40°/s 迄 ±3%	CCW 10	+0.02712	+0.02728	5.048	+0.02709	+0.02726	5.032
			-0.05409	-0.05393	9.980	-0.05431	-0.05414	9.997
		20	-0.10832	-0.10816	20.015	-0.10880	-0.10863	20.058
			-0.21555	-0.21539	39.858	-0.21706	-0.21689	40.046
	20	-0.10854	-0.10838	20.019	-0.10910	-0.10893	20.113	
		5	-0.02731	-0.02715	5.024	-0.02737	-0.02720	5.023

㉠ 出力測定値 (V out/V in)

㉡ 零レートエラーの平均 D-201 -0.00016 V/V, D-202 -0.00017 V/V

㉢ ㉠-㉡ (V/V)

$SF_1 \frac{\text{出力の合計 (0°/s を除く)}}{\text{角速度の合計}} = \text{修正前のスケールファクタ (V/V/°/s)}$

D-201 0.0054039

D-202 0.0054161

$$\text{出力} = \frac{\text{㉢}}{SF_1} (\text{°/s})$$

4.3 振動試験

試験方法	規格	試験結果				入力 周波数 [Hz]
		D-201		D-202		
周波数 30 Hz→140 Hz→ 30 Hz 140 Hz→300 Hz→140 Hz 振幅 max 0.01" 振動加速度 max 10g 時間 1周期 各 10分 方向・回数 2軸 各 1回 振動中のヌル電圧を記録する	ヌル電圧 の変化量 ±15mV 以内	-0.3mV	-1.5mV	-1.2mV	-1.0mV	30
		-1.0	-2.0	-1.2	-1.0	50
		+1.0	-0.1	-1.2	-1.0	100
		+4.7	-1.5	-0.7	-0.5	140
		+1.2	-2.5	-0.8	-1.0	200
		0	-2.5	-1.2	-1.0	300
		+1.5	-1.5	-0.7	-1.0	200
		+5.0	-1.0	-0.7	0	140
		+1.2	-3.0	-1.2	-1.0	100
		-1.5	-2.0	-1.4	-1.0	50
		-0.5	-2.0	-1.2	-1.2	30
				入力軸	スピンの軸	入力軸

## 4.4 振動試験後の再現性

項 目	規 格	試 験 結 果				
		D-201		D-202		
		CW	CCW	CW	CCW	
最大角速度	$45^{+3}_{-2}$ °/s	43.8 °/s	46.0 °/s	45.8 °/s	45.8 °/s	
零レートエラー	±26.6 mV 以内	-0.26 mV	-5.20 mV	-4.68 mV	-5.46 mV	
スケールファクタ	138~142 mV/°/s	140.054 mV/°/s		140.99 mV/°/s		
直 線 性	20°/s 迄 ±0.2°/s	10°/s	V/V 0.05407 °/s 9.984	V/V 0.05434 °/s 9.993	V/V 0.05413 °/s 9.979	V/V 0.05458 °/s 9.988
		20°/s	0.10857 20.026	0.10845 19.964	0.10874 20.009	0.10923 20.025
	20°/s 以上 ±1.2°/s	40°/s	0.21678 39.966	0.21642 39.859	0.21630 39.771	0.21783 39.971
		20°/s	0.10876 20.061	0.10885 20.037	0.10904 20.064	0.10965 20.102
		5°/s	0.01100 5.045	0.02750 5.047	0.02725 5.042	0.02760 5.033

## 4.5 環境試験

環境試験はパッケージに組込んだ状態で行なう。

高温作動 +55°C±3°C に1時間放置後下記項目について測定する。

低温作動 -10°C±3°C に2時間放置後下記項目について測定する。

項 目	規 格	入 力 方 向	測 定 結 果			
			高 温		低 温	
			S/N	D-201	D-202	D-201
最大角速度	異常ないこと	CW	42.1 °/s	45.6 °/s	44.8 °/s	46.0 °/s
		CCW	45.3	45.2	46.9	46.4
零レートエラー	異常ないこと	CW	-3.64 mV	-5.20 mV	-1.56 mV	-4.94 mV
		CCW	-6.76	-6.24	-4.42	-5.46
	常温との偏差 ±35.5 mV 以下	CW	-1.04 mV	+1.30 mV	+1.04 mV	-1.04 mV
		CCW	-1.06	+1.54	+1.28	-0.76

項 目	規 格	入 力 方 向	入 力 レート [°/s]	測 定 結 果							
				高 温				低 温			
				S/N	D-201	D-202	D-201	D-202	D-201	D-202	
スケール ファクタ		—	—	142.69 mV/°/s		mV/°/s		139.83 mV/°/s		mV/°/s	
直 線 性	20°/s 迄 ±2°/s 以内	CW	10	[V/V] 0.05472 [°/s] 9.968	[V/V] 0.05546 [°/s] 10.004	[V/V] 0.05372 [°/s] 9.971	[V/V] 0.05361 [°/s] 9.960				
			20	0.11005 20.009	0.11119 19.987	0.10800 20.023	0.10759 19.952				
			40	0.21970 39.910	0.22122 39.758	0.21514 39.865	0.21434 39.711				
			20	0.11050 20.091	0.11150 20.059	0.10801 20.025	0.10805 20.037				
			5	0.02749 5.025	0.2783 5.036	0.02701 5.024	0.02700 5.035				
	20°/s 以上 ±1.2°/s 以内	CCW	10	0.05528 9.997	0.05586 9.990	0.05400 9.978	0.05410 9.977				
			20	0.11055 20.028	0.11185 20.042	0.10807 19.992	0.10850 20.046				
			40	0.21990 39.874	0.22270 39.945	0.21550 39.887	0.21650 40.037				
			20	0.11082 20.077	0.11223 20.011	0.10823 20.021	0.10868 20.080				
			5	0.02787 5.022	0.02826 5.034	0.02735 5.043	0.02728 5.0125				

表 3-付表 1 レートジャイロ出力特性表

入角速度 [°/s]	S/N D-201			S/N D-202		
	㊶[V/V]	㊷[°/V]	出力[°/s]	㊶[V/V]	㊷[°/V]	出力[°/s]
CW						
10	-0.05476	-0.054485	9.98	-0.05420	-0.054165	9.98
20	-0.10936	-0.109085	19.97	-0.10867	-0.108635	20.02
40	-0.21807	-0.217795	39.88	-0.21684	-0.216805	39.96
20	-0.10967	-0.109395	20.03	-0.10902	-0.108985	20.09
5	-0.02773	-0.027455	5.03	-0.02735	-0.027315	5.03
CCW						
10	+0.05416	+0.054435	9.97	+0.05416	+0.054195	9.99
20	+0.10906	+0.109335	20.02	+0.10865	+0.108685	20.03
40	+0.21819	+0.218465	40.00	+0.21589	+0.215925	39.80
20	+0.10940	+0.109675	20.08	+0.10877	+0.108805	20.06
5	+0.02723	+0.027505	5.04	+0.02723	+0.027265	5.03

㊶ 出力測定値 [V out/V in]

㊷ ゼロレートエラーの平均 D-201 -0.000275, D-202 -0.000035 V/V

㊸ ㊶-㊷ (代数差) [V/V]

$SF_1 = \frac{\text{出力㊶の合計 (0°/s を除く)}}{\text{角速度の合計}} = \text{修正前のスケールファクタ V/V/°/s}$

D-201 0.0054612

D-202 0.0054252

出力 =  $\frac{\text{㊸}}{SF_1}$  [°/s]

スケールアクタ =  $SF_1 \times \text{校正率} (0.9960) \times 26000$  [mV/°/s]

### 5. 加速度計

#### 5.1 動作試験

試験項目	試験方法	規格	製品番号	試験結果
スケールファクタ	別紙のデバイディングヘッドによる試験結果より算出する	300 mV/g/V in	1114 1115 1116	312.9 318.9 317.3
直線性	デバイディングヘッドによる試験によって算出する。 (付表 1~3)	フルスケールの ±1.5% 以下	1114 1115 1116	0.54% 0.18 0.39
ストップ セッティング	出力が変化しなくなった時の入力加速度を測定する。	1.0~1.5 g	1114 1115 1116	{-1.27 g +1.24 -1.22 +1.12 -1.38 +1.21
零エラー	デバイディングヘッドが水平のときの出力を測定する。	0.015 g 以下	1114 1115 1116	0.0004 g 0.0017 0.0029

## 5.1 動作試験 (つづき)

試験項目	試験方法	規格	製品番号	試験結果
ヒステリシス	デバイディングヘッドによってヒステリシスを測定する。	フルスケールの ±1.5% 以下	1114	0.1 %
			1115	0.08
			1116	0.2
クロストーク	レートテーブルに入力軸が鉛直になるように取付け 1g を加え, 入力零の時の出力電圧との変化を測定する。	0.02 g/g 以下	1114	0.0040 g
			1115	0.0049
			1116	0.0086

## 5.2 単体環境試験

## 温度試験

温度	S/N 1114	S/N 1115	S/N 1116
	試験結果	試験結果	試験結果
+20±3°C	+0.0004 g	+0.0017 g	+0.0029 g
+50±3°C	+0.011	+0.016	+0.010
-10±3°C	-0.009	-0.011	-0.006
ドリフト {	+50°C	+0.0106	+0.0143
	-10°C	-0.0094	-0.0127

## 5.3 振動試験

## 試験方法

周波数	30 Hz → 140 Hz → 300 Hz 300 Hz → 140 Hz → 30 Hz
振幅	0.01" (30~140 Hz)
振動加速度	10 g (140~300 Hz)
時間	各軸 10 分
方向, 回数	Z 軸 (上下, 左右) 各 1 回
振動中の電圧を測定する。	

## 試験結果

方向 S/NO 周波数	横方向振動			入力軸方向振動		
	1114	1115	1116	1114	1115	1116
30 Hz	+0.5 mV	+9.0 mV	+0.5 mV	+16 mV	+32 mV	+19 mV
50	+2.5	+10.5	-1.0	+18	+32	+20
100	-0.2	+10.0	+0.5	+20	+35	+23
140	-1.3	+ 8.0	+5.2	+19	+35	+22
200	-1.3	+11.5	+1.0	+19	+36	+23
300	-1.8	+12.5	-0.2	+20	+38	+23
最大変動量	4.3	4.5	5.4	4	6	4

5.4 振動試験後の再現性

試験項目	試験方法	規 格	S/N	試験結果
零 エ ラ ー	前記に同じ	0.015 g 以下	1114	0.0016 g
			1115	0.0069
			1116	0.0020
ヒステリシス	前記に同じ	フルスケールの ±1.5% 以下	1114	0.19%
			1115	0.12
			1116	0.04

表 3—付表 2 負方向の直線性スケールファクタ

零電圧 +0.00003 V/V S/N 1114

出力電圧 [V/V]	Nominal Input [g]	傾 斜 角		$\frac{\theta+\theta'}{2}$	Input [g] $\cos\left(\frac{\theta+\theta'}{2}\right)-1$	出力 [g]	誤差 [g]
		$\theta$	$\theta'$				
-0.00035	-0.005	6°41'	6°22'30''	6°33'15''	-0.00652	-0.00502	-0.00150
-0.00073	-0.01	8° 7'	8°41'30''	8°24'15''	-0.01071	-0.01003	-0.00068
-0.00227	-0.03	14°20'	15°12'	14°46'	-0.03303	-0.03034	-0.00269
-0.00381	-0.05	18°20'	19° 3'30''	18°46'45''	-0.05330	-0.05065	-0.00265
-0.00766	-0.1	25°55'30''	26°26'30''	26°11'	-0.10262	-0.10144	-0.00118
-0.01150	-0.15	31°51'	32°17'30''	32° 4'15''	-0.15249	-0.15209	-0.00040
-0.01535	-0.2	36°56'30''	37°26'30''	37°11'30''	-0.20339	-0.20287	-0.00052
-0.02304	-0.3	45°32'30''	46°16'	45°54'15''	-0.30415	-0.30430	+0.00015
-0.03073	-0.4	52°59'30''	53°58'	53°29'	-0.40495	-0.40573	+0.00078
-0.03843	-0.5	59°55'30''	60°56'	60°25'45''	-0.50651	-0.50730	+0.00079

スケールファクタ 312.88 mV/g/V in(0.07581 V/V/g) (1.9716 V/g)

直 線 性 0.54%

零 点 0.00040 g

零電圧 +0.00013 V/V S/N 1115

出力電圧 [V/V]	Nominal Input [g]	傾 斜 角		$\frac{\theta+\theta'}{2}$	Input [g] $\cos\left(\frac{\theta+\theta'}{2}\right)-1$	出力 [g]	誤差 [g]
		$\theta$	$\theta'$				
-0.00027	-0.005	5°23'12''	5°54'40''	5°38'56''	-0.00486	-0.00517	+0.00031
-0.00065	-0.01	7°59' 2''	8°12'40''	8° 5'51''	-0.00997	-0.01009	+0.00012
-0.00219	-0.03	13°51'56''	14° 6'28''	13°59'12''	-0.02965	-0.03002	+0.00037
-0.00373	-0.05	17°56'50''	18°23'00''	18° 9'55''	-0.04985	-0.04995	+0.00010
-0.00758	-0.1	25°41'08''	26°10'18''	25°55'43''	-0.10066	-0.09977	-0.00087
-0.01142	-0.15	31°23'00''	32° 6'48''	31°44'54''	-0.14963	-0.14949	-0.00014
-0.01527	-0.2	36°23'50''	37°13'40''	36°48'45''	-0.19940	-0.19928	-0.00012
-0.02296	-0.2296	44°56'12''	46°00' 2''	45°28'12''	-0.29872	-0.29880	+0.00008
-0.03065	-0.03065	52°21'45''	53°33'56''	52°57'50''	-0.39769	-0.39831	+0.00062
-0.03835	-0.03835	60°35' 6''	59°50'41''	59°50'41''	-0.49766	-0.49795	+0.00029

(出力電圧はレシオブリッジで読んだため ×26 V が真の出力電圧となる)

スケールファクタ 318.92 mV/g/V in(0.07728 V/V/g) (2.00917 V/g)

直 線 性 0.18%

零 点 0.00168 g

表 3—付表 3 負方向の直線性スケールファクタ

零電圧 +0.00022 V/V S/N 1116

出力電圧 [V/V]	Nominal Input [g]	傾 斜 角		$\frac{\theta+\theta'}{2}$	Input [g] $\cos\left(\frac{\theta+\theta'}{2}\right)-1$	出力 [g]	誤差 [g]
		$\theta$	$\theta'$				
-0.00013	-0.005	5°45'56"	5°39'32"	5°42'44"	-0.00497	-0.00455	-0.00042
-0.00050	-0.01	8° 1'22"	8° 8'37"	8° 5'00"	-0.00994	-0.00936	-0.00058
-0.00204	-0.03	13°55'52"	14°18' 4"	14° 6'58"	-0.03010	-0.02939	-0.00071
-0.00358	-0.05	18° 2'44"	18°30'12"	18°16'28"	-0.05045	-0.04942	-0.00103
-0.00743	-0.1	25°35'46"	26°14'56"	25°55'21"	-0.10074	-0.09950	-0.00123
-0.01127	-0.15	31°23'48"	32°14'58"	31°49'23"	-0.15032	-0.14944	-0.00086
-0.01512	-0.2	36°26' 8"	37°25'48"	36°55'58"	-0.20067	-0.19951	-0.00116
-0.02281	-0.3	44°58'56"	46°11'22"	45°35' 9"	-0.30017	-0.29953	-0.00064
-0.03050	-0.4	52°22'44"	53°32'00"	52°57'00"	-0.39756	-0.39955	+0.00196
-0.03820	-0.5	59° 5'36"	60°43'38"	59°54'37"	-0.49866	-0.49970	+0.00104

(出力電圧はレシオブリッジで読んだため ×26 V が真の出力電圧となる)

スケールファクタ 317.31 mV/g/V in(0.0768 V/V/g) (1.99904 V/g)

直 線 性 0.39%

零 点 +0.00286 g

表 3—付表 4 レイトテーブルによる試験 (正方向の直線性)

r=23.7 cm

円枚角速度 [deg/sec]	入力加速度 [g]	出 力 電 圧 [V/V]		
		S/N 1114	S/N 1115	S/N 1116
0	-1	-0.07609	-0.077117	-0.076466
270	-0.46296	-0.0353	-0.03554	-0.03520
300	-0.33699	-0.0256	-0.02575	-0.02560
315	-0.26903	-0.0203	-0.02051	-0.02035
330	-0.19779	-0.01483	-0.01494	-0.01495
345	-0.12317	-0.00916	-0.00900	-0.00927
360	-0.04527	-0.00322	-0.00315	-0.00325
375	0.03595	0.00296	0.00319	0.00294
390	0.12049	0.00939	0.00972	0.00940
405	0.20833	0.01613	0.01657	0.0160
420	0.29950	0.02295	0.02375	0.0229
435	0.39393	0.03025	0.03107	0.0302
450	0.49178	0.03800	0.03562	0.0376
465	0.59288	0.04555	0.04661	0.0455

正方向スケールファクタおよび直線性 (レイトテーブルによる試験)

グラフから見て直線上にある 2 点を選び、その傾きからスケールファクターを求める。

S/N 1114

基準点  $\begin{cases} 0.39393 g \\ 0.03025 V/V \end{cases} \begin{cases} -0.33699 g \\ -0.0256 V/V \end{cases}$ 

スケールファクタ=1.98654 V/g

S/N 1115

基準点  $\begin{cases} 0.59288 g \\ 0.04661 V/V \end{cases} \begin{cases} -0.46296 g \\ -0.03554 V/V \end{cases}$ 

スケールファクタ=2.02409 V/g

S/N 1116

基準点  $\begin{cases} 0.49178 g \\ 0.03760 V/V \end{cases} \begin{cases} -0.46296 g \\ -0.03520 V/V \end{cases}$ 

スケールファクタ=1.98250 V/g

注: 出力電圧はレシオブリッジで読んだため ×26 V が真の出力電圧となる。



6. インバータ性能試験

6.1 #1 インバータ 製品番号 124535 (#1)

入 力		出 力			備 考
電圧 [V. DC]	電 流 [A]	電圧 [V. rms]	電 流 [A]	周波数 [Hz]	
24	1.50	115.0	—	400.1	無 負 荷
26	1.40	115.3	—	400.0	
28	1.30	115.5	—	400.1	
30	1.22	115.5	—	400.3	
24	15.5	116.5	2.2	402.9	全 負 荷 (約 250 VA)
26	14.3	116.9	2.2	402.5	
28	13.7	116.2	2.2	402.0	
30	13.0	115.9	2.2	401.4	

6.2 #2 インバータ 製品番号 124536 (#2)

入 力		出 力			備 考
電圧 [V. DC]	電 流 [A]	電圧 [V. rms]	電 流 [A]	周波数 [Hz]	
24	1.65	116.5	—	400.0	無 負 荷
26	1.50	117.5	—	400.0	
28	1.40	117.2	—	399.8	
30	1.35	117.2	—	399.9	
24	15.10	115.1	2.2	403.4	全 負 荷 (約 250 VA)
26	13.91	116.0	2.2	403.7	
28	13.40	116.0	2.2	403.2	
30	12.80	116.0	2.2	402.7	

6.3 #3 インバータ 製品番号 124537 (#3)

入 力		出 力			備 考
電圧 [V. DC]	電 流 [A]	電圧 [A. rms]	電 流 [A]	周波数 [Hz]	
24	1.38	114.0	—	398.0	無 負 荷
26	1.29	115.5	—	397.9	
28	1.25	115.9	—	398.7	
30	1.21	116.8	—	398.2	
24	15.40	116.0	2.1	402.5	全 負 荷 (約 250 VA)
26	13.60	116.8	2.1	402.0	
28	12.85	116.0	2.1	401.1	
30	12.50	116.0	2.1	404.0	

## 6.4 #4 インバータ

製品番号 111505 (#4)

入 力		出 力			備 考
電圧 [V. DC]	電 流 [A]	電圧 [V. rms]	電 流 [A]	周波数 [Hz]	
24	1.50	115.0	—	400.5	無 負 荷
26	1.37	116.0	—	400.5	
28	1.30	116.8	—	400.4	
30	1.25	117.2	—	400.5	
24	15.0	115.5	2.17	401.7	全 負 荷 (約 250 VA)
26	14.5	116.1	2.17	401.6	
28	13.8	115.8	2.17	401.5	
30	13.5	116.8	2.17	401.3	

表 4 総合性能試験

## 1. 総合動作 (方法: 検知器に入力を加え ASE の出力電圧を測定する。)

## 1.1 ピッチ系統比例回路

ノーマル系統		スタンバイ系統		ダミー系統	
入力 [°]	出力 [V]	入力 [°]	出力 [V]	入力 [°]	出力 [V]
-14	9.59	-14	9.45	-14	8.64
-9	6.24	-9	6.13	-9	6.18
-6	4.19	-6	4.12	-6	4.10
-3	2.10	-3	2.07	-3	2.03
0	0.07	0	0.00	0	-0.02
3	-1.99	3	-2.04	3	-2.05
6	-3.89	6	-4.04	6	-4.09
9	-5.87	9	-6.12	9	-6.09
14	-9.22	14	-9.38	14	-8.55
Pot 位置	262	Pot 位置	256	Pot 位置	291.5

注) Pot 位置: ゲイン調整用ポテンショメータ (図 2-a, 2-b 参照)

## 1.2 ピッチ系統スティックキャンセラー回路

ノーマル系統		スタンバイ系統		ダミー系統	
入力 [V]	出力 [V]	入力 [V]	出力 [V]	入力 [V]	出力 [V]
-14	10.30	-14	10.25	-14	8.66
-9	6.68	-9	6.54	-9	6.77
-6	4.41	-6	4.34	-6	4.44
-3	2.22	-3	2.15	-3	2.20
0	0.00	0	-0.05	0	-0.03
3	-2.22	3	-2.24	3	-2.27
6	-4.40	6	-4.50	6	-4.46
9	-6.61	9	-6.66	9	-6.68
14	-10.19	14	-10.27	14	-8.52
Pot 倍置	198	Pot 位置	197	Pot 位置	200

1.3 ロール系統比例回路

ノーマル系統		スタンバイ系統		ダミー系統	
入力 [°]	出力 [V]	入力 [°]	出力 [V]	入力 [°]	出力 [V]
-14	9.27	-14	9.34	-14	8.37
-9	6.08	-9	6.05	-9	6.00
-6	3.99	-6	3.97	-6	3.99
-3	2.05	-3	1.99	-3	2.03
0	-0.02	0	0.02	0	0.04
3	-2.02	3	-2.01	3	-1.95
6	-4.05	6	-3.99	6	-3.97
9	-6.02	9	-5.92	9	-7.97
14	-9.27	14	-9.26	14	-8.85
Pot 位置	246	Pot 位置	252	Pot 位置	242

1.4 ロール系統スティックキャンセラー回路

ノーマル系統		スタンバイ系統		ダミー系統	
入力 [V]	出力 [V]	入力 [V]	出力 [V]	入力 [V]	出力 [V]
-14	5.17	-14	5.16	-14	5.19
-9	3.31	-9	3.31	-9	3.32
-6	2.20	-6	2.19	-6	2.20
-3	1.09	-3	1.09	-3	1.09
0	-0.03	0	-0.02	0	-0.03
3	-1.14	3	-1.13	3	-1.13
6	-2.25	6	-2.23	6	-2.25
9	-3.37	9	-3.34	9	-3.37
14	-5.26	14	-5.21	14	-5.26
Pot 位置	98	Pot 位置	98	Pot 位置	99

1.5 ヨー系統比例回路

No. 1 系統		No. 2 系統	
入力 [°/s]	出力 [V]	入力 [°/s]	出力 [V]
-3.5	-10.12	-3.5	-10.27
-2.0	-5.79	-2.0	-5.87
-1.0	-2.82	-1.0	-2.91
-0.5	-1.33	-0.5	-1.42
0	0.05	0	0.00
0.5	1.45	0.5	1.44
1.0	2.83	1.0	2.90
2.0	5.77	2.0	5.82
3.5	9.95	3.5	10.17
Pot 位置	742	Pot 位置	676

## 1.6 ハイシステム比例回路

ノーマル系統			スタンバイ系統			ダミー系統		
入 力		出力 [V]	入 力		出力 [V]	入 力		出力 [V]
[m/s <sup>2</sup> ]	[mV]		[m/s <sup>2</sup> ]	[mV]		[m/s <sup>2</sup> ]	[mV]	
-6.0	334.2	9.84	-6.0	334.2	9.66	-6.0	334.2	8.64
-5.0	278.5	8.18	-5.0	278.5	8.08	-5.0	278.5	8.14
-2.5	139.3	4.07	-2.5	139.3	4.02	-2.5	139.3	4.07
-1.0	55.7	1.63	-1.0	55.7	1.61	-1.0	55.7	1.62
0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
1.0	55.7	-1.64	1.0	55.7	-1.63	1.0	55.7	-1.64
2.5	139.3	-4.08	2.5	139.3	-4.06	2.5	139.3	-4.10
5.0	278.5	-8.14	5.0	278.5	-8.08	5.0	278.5	-8.16
6.0	334.2	-9.84	6.0	334.2	-9.68	6.0	334.2	-8.97
Pot 位置		523	Pot 位置		526	Pot 位置		521

(— 同相, + 逆相を示す)

## 1.7 ハイシステム不完全積分回路

ノーマル系統			スタンバイ系統			ダミー系統		
入 力		出力 [V]	入 力		出力 [V]	入 力		出力 [V]
[m/s <sup>2</sup> ]	[mV]		[m/s <sup>2</sup> ]	[mV]		[m/s <sup>2</sup> ]	[mV]	
-0.3	16.71	9.88	-0.3	16.71	9.65	-0.3	16.71	8.65
-0.2	11.14	6.58	-0.2	11.14	6.42	-0.2	11.14	6.58
-0.1	5.57	3.28	-0.1	5.57	3.21	-0.1	5.57	3.28
0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
0.1	5.57	-3.28	0.1	5.57	-3.30	0.1	5.57	-3.28
0.2	11.14	-6.47	0.2	11.14	-6.50	0.2	11.14	-6.50
0.3	16.71	-9.69	0.3	16.71	-9.69	0.3	16.71	-8.97
Pot 位置		523	Pot 位置		526	Pot 位置		521

## 2. 利得試験 (方法: 模擬信号により検知器を除いた回路の利得を測定する。)

## 2.1 ピッチ系統

回 路	系 数	基 準	ノーマル	スタンバイ	ダミー	備 考
			利 得	利 得	利 得	
比 例	1	0.226	0.222	0.228	0.224	入力は 6° に相当 N 0.463 V/6° S 0.471 V/6° D 0.410 V/6° 単位 V/°
	2	0.449	0.448	0.450	0.448	
	3	0.675	0.675	0.670	0.675	
	4	0.899	0.901	0.890	0.900	
	5	1.120	1.120	1.105	1.125	

2.1 ピッチ系統 (つづき)

回路	系数	基準	ノーマル	スタンバイ	ダミー	備考
			利得	利得	利得	
不完全微分	1	0.226	0.222	0.228	0.224	計算によって算出する。 単位 V/°/s
	2	0.449	0.448	0.450	0.448	
	3	0.675	0.675	0.670	0.675	
	4	0.899	0.901	0.890	0.900	
	5	1.120	1.120	1.105	1.125	
ジャモイロ モイロ キャン メント セル	1	↑	0.227	0.233	0.229	計算によって算出する。 単位 V/°/s
	2		0.230	0.231	0.230	
	3	0.231	0.231	0.229	0.231	
	4	↓	0.232	0.229	0.231	
	5		0.231	0.228	0.232	
ステキ イック クセラ ー	1	0.244	0.242	0.242	0.245	入力は 6V N 0.645 V/6V S 0.645 V/6V D 0.638 V/6V 単位 V/V
	2	0.488	0.486	0.484	0.489	
	3	0.732	0.726	0.724	0.733	
	4	0.976	0.968	0.969	0.975	
	5	1.220	1.208	1.206	1.219	

2.2 ロール系統

回路	係数	基準	ノーマル	スタンバイ	ダミー	備考
			利得	利得	利得	
比  例	1	0.221	0.222	0.223	0.225	入力は 6° に相当 N 0.489 V/6° S 0.475 V/6° D 0.475 V/6° 単位 V/°
	2	0.442	0.445	0.445	0.445	
	3	0.668	0.664	0.662	0.664	
	4	0.884	0.884	0.881	0.880	
	5	1.100	1.101	1.101	1.100	
不完全微分	1	0.221	0.222	0.223	0.225	計算によって算出する。 単位 V/°/s
	2	0.442	0.445	0.445	0.445	
	3	0.663	0.664	0.662	0.664	
	4	0.884	0.884	0.881	0.880	
	5	1.100	1.101	1.101	1.100	
ジャモイロ モイロ キャン メント セル	1	↑	0.464	0.466	0.470	計算によって算出する。 単位 V/°/s
	2		0.465	0.692	0.692	
	3	0.462	0.463	0.461	0.463	
	4	↓	0.462	0.461	0.460	
	5		0.462	0.462	0.462	
ステキ イック クセラ ー	1	0.122	0.121	0.122	0.122	入力 N 0.641 V/6V S 0.649 V/6V D 0.636 V/6V 単位 V/V
	2	0.244	0.244	0.244	0.242	
	3	0.366	0.366	0.367	0.366	
	4	0.488	0.487	0.488	0.487	
	5	0.610	0.609	0.609	0.609	

## 2.3 ヨー系統

回路	係数	基準	No. 1	No. 2	備考
			利得	利得	
比 例	1	0.952	0.950	0.959	入力は 1 度 1 秒に相当 No. 1 0.115 V/°/s No. 2 0.124 V/°/s 単位 V/°/s
	2	1.90	1.878	1.905	
	3	2.85	2.818	2.847	
	4	3.80	3.752	3.781	
	5	4.75	4.687	4.720	

## 2.4 ハイト系統

回路	係数	基準	ノーマル	スタンバイ	ダミー	備考
			利得	利得	利得	
比 例	1	0.539	0.544	0.532	0.544	入力は 2.5 m/s <sup>2</sup> に相当 N 139.3 mV S 139.3 mV D 139.3 mV 単位 V/m/s <sup>2</sup>
	2	1.08	1.09	1.06	1.08	
	3	1.62	1.63	1.59	1.61	
	4	2.15	2.17	2.11	2.14	
	5	2.69	2.70	2.63	2.67	
不 完 全 積 分	1	10.8	11.0	10.8	10.9	入力は 0.1 m/s <sup>2</sup> に相当 N 5.57 mV S 5.57 mV D 5.57 mV 単位 V/m/s <sup>2</sup>
	2	21.5	21.7	21.4	21.9	
	3	32.3	32.9	32.2	32.8	
	4	43.1	43.9	42.8	43.4	
	5	53.8	55.0	53.4	54.8	

## 3. 温度試験

## 3.1 電源電圧・消費電流

(入力を AC 400 c/s, 114.4 V に設定)

電源 番号	+20°C		-10°C		+55°C	
	-16 V	+16 V	-16 V	+16 V	-16 V	+16 V
# 1	-16.00	+16.00	-15.97	+15.97	-15.99	+15.99
# 2	-15.99	+15.99	-15.97	+15.97	-15.97	+15.99
# 3	-16.01	+15.99	-15.98	+15.97	-16.00	+15.99
# 4	-16.03	+16.00	-16.01	+15.98	-16.03	+16.00

## 3.2 比較装置, ASE リセット

		+20°C		-10°C		+55°C	
		N-S [V]	N-D [V]	N-S [V]	N-D [V]	N-S [V]	N-D [V]
比 較 装 置	ピッチ	1.59	1.51	1.55	1.48	1.62	1.53
	ロール	1.49	1.44	1.44	1.42	1.53	1.49
	ヨー	3.15		3.08		3.18	
	ハイト	5.45	5.56	5.43	5.51	5.51	5.58

3.3 ドリフトおよび利得

	+20°C				-10°C				+55°C			
	入力 [V]	出力 [V]	入力 [V]	出力 [V]	入力 [V]	出力 [V]	入力 [V]	出力 [V]	入力 [V]	出力 [V]	入力 [V]	出力 [V]
ピッチ			+0.463	+1.33	+0.0032	-0.006	+0.463	+1.38	+0.002	+0.020	+0.463	+1.358
ロール			+0.475	+1.33	+0.0027	+0.057	+0.475	+1.402	+0.002	-0.090	+0.475	+1.230
ヨー			+0.117	+0.97	+0.001	+0.0004	+0.117	+0.981	+0.001	+0.024	+0.117	+0.992
ハイト					+0.0009	+0.119	+0.060	+8.178	+0.0015	+0.103	+0.060	+8.05

4. 振動試験

被振動体	系 統	入 力 [V]	出 力 [V]		
			上 下 振 動		
			振 動 前	振 動 中	振 動 後
本 体	ピッチ	0.463	1.6	1.6	1.6
	ロール	0.475	1.4	1.4	1.4
	ヨー	0.117	0.2	0.1	0.15
	ハイト	0.010	2.4	2.4	2.4
電 源 部	ピッチ	0.463	1.6	1.6	1.6
	ロール	0.475	1.4	1.4	1.4
	ヨー	0.117	0.2	0.2	0.2
	ハイト	0.010	2.4	2.4	2.4

5. 振動試験及び再現性

5.1 電源電圧・消費電流

	振 動 前		振 動 後	
	-16 V	+16 V	-16 V	+16 V
# 1	-16.05	+16.00	-16.03	+15.99
# 2	-16.04	+15.98	-16.02	+15.98
# 3	-16.04	+16.01	-16.02	+16.01
# 4	-16.06	+16.03	-16.03	+16.03
電源電圧	114.8 V 383 Hz		115.3 V 384 Hz	
消費電流	2.15 A		2.14 A	

5.2 比較装置

	振 動 前	振 動 後
	比較装置 N-S [V]	比較装置 N-S [V]
ピッチ	1.58	1.56
ロール	1.59	1.58
ヨー	3.28	3.29
ハイト	5.79	5.78

## 5.3 利 得

	振 動 前				振 動 後			
	入 力 [mV]	出 力 [V]	入 力 [mV]	出 力 [V]	入 力 [mV]	出 力 [V]	入 力 [mV]	出 力 [V]
ピ ッ チ	463	1.36	1389	4.07	463	1.36	1389	4.06
ロ ー ル	489	1.34	1467	4.05	489	1.31	1467	4.02
ヨ ー	115	0.96	345	2.87	115	0.96	345	2.86
ハ イ ト	5.57	1.18	16.7	3.42	5.57	1.18	16.7	3.38

表 5 アクチュエーターの誤差検査

## 1. ピッチ系統

## 1.1 検査方法

アクチュエーターがフルストローク（理論フルストローク）するに必要な機体姿勢の検知量の最小値を測定するため、ASE への信号はパーチカルジャイロを作動させずに ASE チェッカーによって機体姿勢に相当する模擬信号電圧を与えてアクチュエーターの動き量を測定する。

機体姿勢変化検知量の最小値に対する模擬信号電圧は下表のとおり。

条 件 Damping Gain=0

アクチュエーター名称	Stiffness Gain=5		Stiffness Gain=3	
	機体傾斜角	模擬信号電圧	機体傾斜角	模擬信号電圧
ピッチ ノーマルアクチュエーター	7.6°	0.585 V. AC	12.7°	0.974 V. AC
ピッチ スタンバイアクチュエーター	7.6°	0.594 V. AC	12.7°	0.990 V. AC

ただし、機体傾斜角は機体の前後方向の傾斜を示す。

## 1.2 測定結果

## (1) Stiffness Gain=5, Damping Gain=0 のとき

検査対称 アクチュエーター	運動 区分	機体傾斜角 (模擬信号 電 圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ピ ッ チ ノ ー マ ル	伸	7.6° (0.585 V. AC)	35.0 mm	35.34 mm	+0.34 mm
	縮	7.6° (0.585 V. AC)	35.0	35.28	+0.28
ピ ッ チ ス タ ン バ イ	伸	7.6° (0.594 V. AC)	35.0	34.64	-0.36
	縮	(0.594 V. AC)	35.0	35.28	+0.28



(2) Stiffness Gain=3, Damping Gain=0 のとき

検査対象 アクチュエーター	運動 区分	機体傾斜角 (模擬信号 電 圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ピ ッ チ ノ ー マ ル	伸	12.7° (0.974 V. AC)	35.0 mm	35.37 mm	+0.37 mm
	縮	12.7° (0.974 V. AC)	35.0	35.18	+0.18
ピ ッ チ ス タ ン バ イ	伸	12.7° (0.990 V. AC)	35.0	34.65	-0.35
	縮	12.7° (0.990 V. AC)	35.0	35.30	+0.30

2. ロール系統

2.1 検査方法

アクチュエーターがフルストローク (理論フルストローク) するために必要な機体姿勢の検知量の最小値を測定するため、ASE への信号はパーチカルジャイロを作動させずに ASE チェッカーによって機体姿勢に相当する模擬信号電圧を与えてアクチュエーターの動き量を測定する。

機体姿勢変化検知量の最小値に対する模擬信号電圧は下表のとおり。

条 件 Damping Gain=0

アクチュエーター名称	Stiffness Gain=5		Stiffness Gain=3	
	機体傾斜角	模擬信号電圧	機体傾斜角	模擬信号電圧
ロール ノーマルアクチュエーター	7.7°	0.626 V. AC	12.8°	1.040 V. AC
ロール スタンバイアクチュエーター	7.7°	0.609 V. AC	12.8°	1.015 V. AC

ただし、機体傾斜角は機体の左右方向の傾斜を示す。

2.2 測定結果

(1) Stiffness Gain=5, Damping Gain=0 のとき

検査対象 アクチュエーター	運動 区分	機体傾斜角 (模擬信号 電 圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ロ ー ル ノ ー マ ル	伸	7.7° (0.626 V. AC)	35.0 mm	34.94 mm	-0.06 mm
	縮	7.7° (0.626 V. AC)	35.0	34.57	-0.43
ロ ー ル ス タ ン バ イ	伸	7.7° (0.609 V. AC)	35.0	35.19	+0.19
	縮	7.7° (0.609 V. AC)	35.0	35.26	+0.26

## (2) Stiffness Gain=3, Damping Gain=0 のとき

検査対象 アクチュエーター	運動 区分	機体傾斜角 (模擬信号) (電圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の偏位
			フルストローク 理論値	実測値	
ロー ノーマル	伸	12.8° (1.040 V. AC)	35.0 mm	35.31 mm	+0.31 mm
	縮	12.8° (1.040 V. AC)	35.0	35.15	+0.15
ロー スタンバイ	伸	12.8° (1.015 V. AC)	35.0	35.07	+0.07
	縮	12.8° (1.015 V. AC)	35.0	35.22	+0.22

## 3. ヨー系統

## 3.1 検査方法

アクチュエーターがフルストローク（理論フルストローク）するのに必要な機体姿勢変化率の検知量の最小値を測定するため、ASE への信号はレートジャイロを作動させずに ASE チェッカーによって、機体姿勢変化率に相当する模擬信号電圧を与えてアクチュエーターの動き量を測定する。

機体姿勢変化率検知量の最小値に対する模擬信号電圧は下表のとおり。

アクチュエーター名称	Stiffness Gain=5		Stiffness Gain=3	
	機体姿勢変化率	模擬信号電圧	機体姿勢変化率	模擬信号電圧
ヨ No. 1 アクチュエーター	1.8 [°/s]	0.206 V. AC	3 [°/s]	0.343 V. AC
ヨ No. 2 アクチュエーター	1.8 [°/s]	0.222 V. AC	3 [°/s]	0.370 V. AC

## 3.2 測定結果

## (1) Damping Gain=5

検査対象 アクチュエーター	運動 区分	機体姿勢変化率 (模擬信号) (電圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の偏位
			フルストローク 理論値	実測値	
ヨ No. 1	伸	1.8 [°/s] (0.206 V. AC)	35.0 mm	35.13 mm	+0.13 mm
	縮	1.8 [°/s] (0.206 V. AC)	35.0	35.46	+0.46
ヨ No. 2	伸	1.8 [°/s] (0.222 V. AC)	35.0	34.96	-0.04
	縮	1.8 [°/s] (0.222 V. AC)	35.0	35.23	+0.23

(2) Damping Gain=3

検査対象 アクチュエーター	運動 区分	検体姿勢変化率 (模擬信号 電圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の偏位
			フルストローク 理論値	実測値	
ヨ - No. 1	伸	3 [°/s] (0.343 V. AC)	35.0 mm	35.27 mm	+0.27 mm
	縮	3 [°/s] (0.343 V. AC)	35.0	35.58	+0.58
ヨ - No. 2	伸	3 [°/s] (0.370 V. AC)	35.0	34.98	-0.02
	縮	3 [°/s] (0.370 V. AC)	35.0	35.88	+0.88

4. ハイト系統

4.1 試験方法

アクチュエーターがフルストローク (理論フルストローク) するために必要な機体上下加速度の検知量の最小値を測定するため、ASE への信号は加速度計の出力でなく ASE チェッカーによって機体上下加速度に相当する模擬信号電圧を与えてアクチュエーターの動き量を測定する。

機体姿勢変化の検知量の最小値に対する模擬信号電圧は下表のとおり。

条件 Damping Gain=0

アクチュエーター名称	G Gain=5		G Gain=3	
	機体上下加速度	模擬信号電圧	機体上下加速度	模擬信号電圧
ハイト ノーマルアクチュエーター	0.32 G	0.176 V. AC	0.533 G	0.294 V. AC
ハイト スタンバイアクチュエーター	0.32 G	0.176 V. AC	0.533 G	0.294 V. AC

4.2 測定結果

(1) G Gain=5, Damping Gain=0 のとき

検査対象 アクチュエーター	運動 区分	機体上下加速度 (模擬信号 電圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の偏位
			フルストローク 理論値	実測値	
ハイト ノーマル	伸	0.32 G (0.176 V. AC)	35.0 mm	34.81 mm	-0.19 mm
	縮	0.32 G (0.176 V. AC)	35.0	35.28	+0.28
ハイト スタンバイ	伸	0.32 G (0.176 V. AC)	35.0	34.84 mm	-0.16 mm
	縮	0.32 G (0.176 V. AC)	35.0	35.44 mm	+0.44

## (2) G Gain=3, Damping Gain=0 のとき

検査対称 アクチュエーター	運動 区分	機体上下加速度 (模擬信号) (電 圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ハ イ ト ノ ー マ ル	伸	0.533 G (0.294 V. AC)	35.0 mm	34.75 mm	-0.25 mm
	縮	0.533 G (0.294 V. AC)	35.0	35.24	+0.24
ハ イ ト ス タ ン バ イ	伸	0.533 G (0.294 V. AC)	35.0	35.55	+0.55
	縮	0.533 G (0.294 V. AC)	35.0	34.70	-0.30

## (3) G Gain=0, Damping Gain=3 のとき

検査対称 アクチュエーター	運動 区分	機体上下加速度 (模擬信号) (電 圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ハ イ ト ノ ー マ ル	伸	0.0269 G (0.147 V. AC)	35.0 mm	34.63 mm	-0.37 mm
	縮	0.0269 G (0.147 V. AC)	35.0	35.43	+0.43
ハ イ ト ス タ ン バ イ	伸	0.0269 G (0.147 V. AC)	35.0	35.29	+0.29
	縮	0.0269 G (0.147 V. AC)	35.0	34.84	-0.16

## (4) G Gain=0, Damping Gain=5 のとき

検査対称 アクチュエーター	運動 区分	機体上下加速度 (模擬信号) (電 圧)	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ハ イ ト ノ ー マ ル	伸	0.0161 G (0.0087 V. AC)	35.0 mm	35.14 mm	+0.14 mm
	縮	0.0161 G (0.0087 V. AC)	35.0	34.82	-0.18
ハ イ ト ス タ ン バ イ	伸	0.0161 G (0.0087 V. AC)	35.0	34.65	-0.35
	縮	0.0161 G (0.0087 V. AC)	35.0	34.90	-0.10

表 6 スティックキャンセラ誤差試験

1. ピッチ系

1.1 試験方法

操縦桿を前後に倒したときアクチュエーターの理論運動量に対する実際の運動量を測定する。

アクチュエーターがフルストローク (理論値) するのに必要な操縦桿の運動量は下表のとおり。

条 件 Stiffness Gain=0, Damping Gain=0

アクチュエーター名称	Stick Cancellor Gain=5	Stick Cancellor Gain=0
	操縦桿の運動量	操縦桿の運動量
ピッチ ノーマルアクチュエーター	33.0 mm	54 mm
ピッチ スタンバイアクチュエーター	33.0	54

ただし, Stick Cancellor Gain=3 のときの理論フルストローク値=32.30 mm

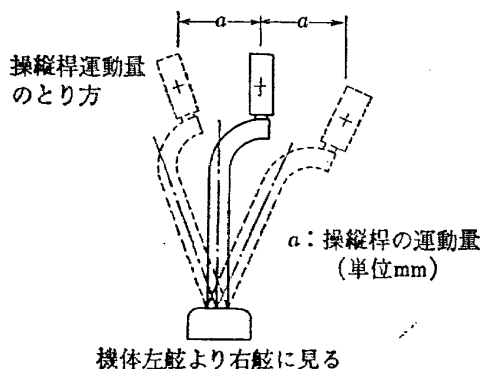
1.2 測定結果

(1) Stiffness Gain=0, Damping Gain=0, Stick Cancellor Gain=5 のとき

検査対称 アクチュエーター	運動 区分	操縦桿の運動量	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ピ ッ チ ノ ー マ ル	縮 伸	前 33.0 mm	35.0 mm	34.89 mm	-0.11 mm
		後 33.0	35.0	34.50	-0.50
ピ ッ チ ス タ ン バ イ	縮 伸	前 33.0	35.0	33.61	-1.39
		後 33.0	35.0	32.94	-2.06

(2) Stiffness Gain=0, Damping Gain=0, Stick Cancellor Gain=3 のとき

検査対称 アクチュエーター	運動 区分	操縦桿の運動量	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ピ ッ チ ノ ー マ ル	縮 伸	前 54 mm	32.3 mm	32.21 mm	-0.09 mm
		後 54	32.3	30.95	-1.35
ピ ッ チ ス タ ン バ イ	縮 伸	前 54	32.3	31.63	-0.67
		後 54	32.3	30.59	-1.71



## 2. ロール系

## 2.1 試験方法

操縦桿を左右に倒したとき、アクチュエーターの理論運動量に対する実際の運動量を測定する。  
 アクチュエーターがフルストローク（理論値）に必要な操縦桿の運動量は下表のとおり。

条 件 Stiffness Gain=0, Damping Gain=0

アクチュエーター名称	Stick Cancellor Gain=5	Stick Cancellor Gain=3
	操縦桿の運動量	操縦桿の運動量
ロール ノーマルアクチュエーター	38.1 mm	63.5 mm
ロール スタンバイアクチュエーター	38.1	63.5

## 2.2 測定結果

## (1) Stiffness Gain=0, Damping Gain=0, Stick Cancellor Gain=5 のとき

検査対称 アクチュエーター	運動 区分	操縦桿の運動量	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ロ ー ル ノ ー マ ル	縮	左 38.1 mm	35.0 mm	35.06 mm	+0.06 mm
	伸	右 38.1	35.0	32.15	-2.85
ロ ー ル ス タ ン バ イ	縮	左 38.1	35.0	34.40	-0.60
	伸	右 38.1	35.0	34.15	-0.85

## (2) Stiffness Gain=0, Damping Gain=0, Stick Cancellor Gain=0 のとき

検査対称 アクチュエーター	運動 区分	操縦桿の運動量	アクチュエーターの運動量		アクチュエーター の 偏 位
			フルストローク 理 論 値	実 測 値	
ロ ー ル ノ ー マ ル	縮	左 63.5 mm	35.0 mm	35.33 mm	+0.33 mm
	伸	右 63.5	35.0	34.35	-0.65
ロ ー ル ス タ ン バ イ	縮	左 63.5	35.0	34.86	-0.14
	伸	右 63.5	35.0	34.02	-0.98

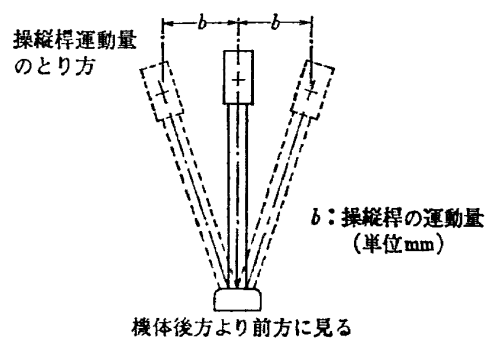


表 7 切換利得誤差試験

1. Pitch (N)

Stiffness Gain=1

Damping Gain=0

(Fig. 1 参照)

	AC 入力 [mV]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
伸 び 側	0	-0.021	0.00	0.00	0.00
	1000	2.965	12.40	12.07	+0.33
	2000	5.904	24.14	24.14	0.00
	2500	7.264	29.33	30.17	-0.84
	2900	7.937	31.97	35.00	-3.03
	3500	8.273	33.54	42.24	-8.70
	2900	7.929	32.12	35.00	-2.88
	2500	7.263	29.52	30.17	-0.65
	2000	5.915	24.14	24.14	0.00
	1000	2.957	12.55	12.07	+0.48
0	-0.012	0.00	0.00	0.55	
縮 み 側	0	-0.012	0.00	0.00	0.00
	1000	-2.985	12.66	12.07	+0.59
	2000	-5.832	24.81	24.14	+0.67
	2500	-7.370	30.42	30.17	+0.25
	2900	-8.170	34.10	35.00	-0.90
	3500	-8.365	35.09	42.24	-7.15
	2900	-8.160	34.10	35.00	-0.90
	2500	-7.360	30.35	30.17	+0.18
	2000	-5.931	24.62	24.14	+0.48
	1000	-2.980	12.51	12.07	+0.44
0	-0.010	0.00	0.00	0.00	

Pitch (N)

Stiffness Gain=3

Damping Gain=0

(Fig. 1 参照)

	AC 入力 [mV]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
伸 び 側	0	0.004	0.00	0.00	0.00
	200	1.806	7.60	7.19	+0.41
	400	3.588	15.08	14.37	+0.71
	600	5.352	22.68	21.56	+1.12
	974	8.626	35.37	35.00	+0.37
	600	5.362	22.08	21.56	+0.52
	400	3.595	15.27	14.37	+0.90
	200	1.819	7.621	7.19	+0.43
	0	0.006	0.00	0.00	0.00

	AC 入力 [mV]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
縮	0	0.006	0.00	0.00	0.00
	200	-1.843	7.59	7.19	+0.40
	400	-3.606	15.38	14.37	+1.01
	600	-5.380	22.54	21.56	+0.98
み	974	-8.336	35.18	35.00	+0.18
	600	-5.386	22.47	21.56	+0.91
側	400	-3.615	15.33	14.37	+0.96
	200	-1.840	7.59	7.19	+0.40
	0	0.019	0.00	0.00	0.00

Pitch (N)  
Stiffness Gain=5  
Damping Gain=0

(Fig. 1 参照)

	AC 入力 [mV]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
伸	0	0.021	0.00	0.00	0.00
	200	3.051	12.63	11.97	+0.66
	400	6.023	24.44	23.92	+0.52
	500	7.468	30.00	29.92	+0.09
び	585	8.652	35.34	35.00	+0.34
	500	7.491	30.10	29.92	+0.18
側	400	6.004	24.48	23.92	+0.56
	200	3.049	12.81	11.97	+0.84
	0	0.023	0.00	0.00	0.00
縮	0	0.023	0.00	0.00	0.00
	200	-3.034	13.04	11.97	+1.07
	400	-6.000	25.09	23.92	+1.17
	500	-7.449	30.88	29.92	+0.96
み	585	-8.369	35.28	35.00	+0.28
	500	-7.485	31.14	29.92	+1.22
側	400	-5.980	24.88	23.92	+0.96
	200	-3.040	12.88	11.97	+0.91
	0	0.015	0.12	0.00	+0.12



Pitch (S/B)  
Stiffness Gain=3  
Damping Gain=0

(Fig. 1 参照)

	AC 入力 [mV]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
伸 び 側	0	0.001	0.00	0.00	0.00
	200	1.783	7.44	7.07	+0.36
	400	3.502	14.92	14.14	+0.78
	600	5.226	21.77	21.21	+0.56
	990	8.597	34.65	35.00	-0.35
	600	5.226	21.77	21.21	+0.56
	400	3.497	14.92	14.14	+0.78
	200	1.777	7.43	7.07	+0.36
	0	0.020	0.00	0.00	0.00
縮 み 側	0	0.020	0.00	0.00	0.00
	200	-1.795	7.40	7.07	+0.33
	400	-3.530	14.31	14.14	+0.17
	600	-5.252	21.15	21.21	-0.06
	990	-8.515	35.30	35.00	+0.30
	600	-5.255	21.17	21.21	-0.04
	400	-3.530	14.31	14.14	+0.17
	200	-1.800	7.43	7.07	+0.35
	0	0.018	0.14	0.00	+0.14

Pitch (D)  
Stiffness Gain=3  
Damping Gain=0

(Fig. 2 参照)

	AC 入力 [mV]	出力電圧 [V]		
		実測値	理論値	誤差
伸 び 側	0	0.018	0	+0.018
	200	2.017	1.974	+0.043
	400	4.087	3.949	+0.138
	600	6.079	6.043	+0.036
	861	8.623	8.500	+0.123
	600	6.087	6.043	+0.044
	400	4.084	3.949	+0.135
	200	2.103	1.974	+0.128
	0	0.018	0	+0.018
縮 み 側	0	0.018	0	+0.018
	200	-2.054	-1.974	+0.080
	400	-4.058	-3.949	+0.109
	600	-6.069	-6.043	+0.026
	861	-8.532	-8.500	+0.032
	600	-6.081	-6.043	+0.078
	400	-4.070	-3.949	+0.121
	200	-2.060	-1.974	+0.086
	0	0	0	0

## Pitch (N)

Stick Canceller Gain=1

	ステック変位 [mm]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
前 倒 し	0.00	-0.282	0.00	0.00	0.00
	+33.82	-2.102	7.598	7.174	+0.424
	+67.66	-3.891	15.37	14.35	+1.02
	+84.57	-4.782	18.94	17.94	+1.00
	+67.66	-3.940	15.52	14.35	+1.17
	+33.82	-2.123	7.656	7.174	+0.482
	0.00	-0.333	0.24	0.00	+0.24
後 倒 し	0.00	-0.333	0.24	0.00	+0.24
	-33.82	+1.493	7.241	7.174	+0.067
	-67.66	3.224	14.78	14.35	+0.43
	-84.57	4.093	18.36	17.94	+0.42
	-67.66	3.277	14.92	14.35	+0.57
	-33.82	+1.500	7.38	7.174	+0.214
	0.00	-0.321	0.24	0.00	+0.24

## Pitch (N)

Stick Canceller Gain=3

	スティック変位 [mm]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
前 倒 し	0.00	-0.237	0.00	0.00	0.00
	16.91	-2.936	11.60	10.76	+0.84
	33.82	-5.026	22.18	21.52	+0.64
	50.75	-8.002	32.21	32.30	-0.11
	33.82	-5.641	22.66	21.52	+1.14
	16.91	-2.811	11.09	10.76	+0.33
	0.00	-0.210	0.00	0.00	0.00
後 倒 し	0.00	-0.210	0.00	0.00	0.00
	16.91	+2.483	11.21	10.76	+0.45
	33.82	+5.213	22.31	21.52	+0.79
	50.75	+7.499	30.95	32.30	-1.35
	33.82	+5.242	22.66	21.52	+1.14
	16.91	+2.565	11.63	10.76	+0.87
	0.00	-0.061	0.58	0.00	+0.58

Pitch (N)

Stick Canceller Gain=5

	スティック変位 [mm]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
前 倒 し	0.00	-0.037	0.00	0.00	0.00
	16.91	-4.339	18.09	17.94	+0.06
	33.00	-8.422	34.89	35.00	-0.11
	16.91	-4.486	18.69	17.94	+0.75
	0.00	-0.142	0.31	0.00	+0.31
後 倒 し	0.00	-0.142	0.31	0.00	+0.31
	16.91	+4.228	17.94	17.94	0.00
	33.00	+8.457	34.50	35.00	-0.50
	16.91	+4.493	19.14	17.94	+1.20
	0.00	-0.033	0.40	0.00	+0.40

Pitch (S/B)

Stick Canceller Gain=3

	スティック変位 [mm]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
前 倒 し	0.00	-0.013	0.00	0.00	0.00
	16.91	-2.690	10.76	10.76	0.00
	33.82	-5.508	21.83	21.52	+0.31
	50.75	-7.942	31.63	32.30	-0.67
	33.82	-5.636	22.40	21.52	+0.88
後 倒 し	16.91	-2.806	11.14	10.76	+0.38
	0.00	-0.144	0.60	0.00	+0.60
	0.00	-0.144	0.60	0.00	+0.60
	16.91	+2.559	10.80	10.76	+0.04
	33.82	+5.369	22.00	21.52	+0.48
後 倒 し	50.75	+7.725	30.59	32.30	-1.71
	33.82	+5.464	22.48	21.52	+0.96
	16.91	+2.533	10.63	10.76	-0.13
	0.00	-0.036	0.01	0.00	+0.01

## Pitch (D)

Stick Canceller Gain=3

	スティック変位 [mm]	出力電圧 [V]		
		実測値	理論値	誤差
前 倒 し	0.00	-0.216	0.0	+0.216
	16.91	-2.912	-2.62	+0.292
	33.82	-5.707	-5.23	+0.477
	50.75	-8.149	-7.85	+0.299
	33.82	-5.800	-5.23	+0.570
	16.91	-3.000	-2.62	+0.380
	0.00	-0.224	0.0	+0.224
後 倒 し	0.00	-0.224	0.0	+0.224
	16.91	+2.548	+2.63	-0.115
	33.82	+5.373	+5.23	+0.143
	50.75	+7.768	+7.85	-0.082
	33.82	+5.521	+5.23	+0.291
	16.91	+2.575	+2.63	-0.055
	0.00	-0.062	0.0	+0.062

## 2. Roll (N)

Stick Canceller Gain=1

	スティック変位 [mm]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
右 倒 し	0.0	+0.082	0.00	0.00	0.00
	+25.4	+1.154	4.218	4.667	-0.449
	+50.8	2.319	8.915	9.333	-0.418
	+76.2	3.415	13.54	14.00	-0.46
	+50.8	2.412	9.223	9.333	-0.11
	+25.4	+1.224	4.523	4.667	-0.144
	0.0	+0.078	0.00	0.00	0.00
左 倒 し	0.0	+0.078	0.00	0.00	0.00
	-25.4	-1.112	4.571	4.667	-0.096
	-50.4	-2.332	9.211	9.333	-0.122
	-76.2	-3.584	14.26	14.00	+0.26
	-50.8	-2.390	9.439	9.333	+0.106
	-25.4	-1.174	4.822	4.667	+0.155
	0.0	-0.035	0.422	0.00	+0.422

Roll (N)

Stick Canceller Gain=3

	スティック変位 [mm]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
右 倒 し	0.0	+0.050	0.00	0.00	0.00
	+25.4	+3.333	13.35	14.00	-0.65
	+50.8	+6.781	26.47	28.00	-1.53
	+63.5	+8.560	34.35	35.00	-0.65
	+50.8	+6.919	27.08	28.00	-0.92
	+25.4	+3.442	13.81	14.00	-0.19
	0.0	+0.102	0.15	0.00	+0.15
左 倒 し	0.0	+0.102	0.15	0.00	+0.15
	-25.4	-3.357	13.03	14.00	-0.97
	-50.8	-6.982	27.63	28.00	-0.37
	-63.5	-8.619	35.33	35.00	+0.33
	-50.8	-7.229	28.07	28.00	+0.07
	-25.4	-3.555	13.71	14.00	-0.29
	0.0	-0.116	0.52	0.00	+0.48

Roll (N)

Stick Canceller Gain=5

	スティック変位 [mm]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
右 倒 し	0.0	-0.044	0.00	0.00	0.00
	+12.7	+2.766	11.65	11.67	-0.02
	+25.4	+5.397	21.81	23.33	-1.52
	+38.1	+8.200	32.15	35.00	-2.85
	+25.3	+5.597	22.19	23.33	-1.14
	+12.7	+2.826	11.43	11.67	-0.24
	0.0	+0.091	0.00	0.00	0.00
左 倒 し	0.0	+0.091	0.00	0.00	0.00
	-12.7	-2.632	9.793	11.67	-1.867
	-25.4	-5.726	22.36	23.33	-0.97
	-38.1	-8.630	35.055	35.00	+0.055
	-25.4	-5.860	22.59	23.33	-0.74
	-12.7	-3.010	11.65	11.67	-0.02
	0.0	-0.246	0.104	0.00	+0.104

## Roll (S/B)

Stick Canceller Gain=3

	スティック変位 [mm]	フィードバック [V]	アクチュエータストローク [mm]		
			実測値	理論値	変位誤差
右 倒 し	0.0	-0.082	0.00	0.00	0.00
	+25.4	+3.389	14.27	14.00	+0.27
	+50.8	+6.700	27.11	28.00	-0.89
	+63.5	+8.338	34.02	35.00	-0.98
	+50.8	+6.776	27.77	28.00	-0.23
	+25.4	+3.505	14.85	14.00	+0.85
	0.0	+0.213	1.01	0.00	+1.01
左 倒 し	0.0	+0.213	1.01	0.00	+1.01
	-25.4	-3.379	13.28	14.00	-0.72
	-50.8	-7.019	27.62	28.00	-0.38
	-63.5	-8.488	34.86	35.00	-0.14
	-50.8	-7.158	28.34	28.00	+0.34
	-25.4	-3.659	14.32	14.00	+0.32
	0.0	-0.146	0.25	0.00	+0.25

## Roll (D)

Stick Canceller Gain=3

	スティック変位 [mm]	出力電圧 [V]		
		実測値	理論値	誤差
右 倒 し	0.0	-0.002	0.0	+0.002
	+25.4	+3.480	+3.40	+0.080
	+50.8	+6.967	+6.82	+0.147
	+63.5	+8.355	+8.52	-0.165
	+50.8	+7.084	+6.82	+0.264
	+25.4	+3.664	+3.40	+0.264
	0.0	+0.214	0.0	+0.214
左 倒 し	0.0	+0.214	0.0	+0.214
	-25.4	-3.469	-3.40	+0.069
	-50.8	-7.181	-6.82	+0.361
	-63.5	-8.823	-8.52	+0.303
	-50.8	-7.353	-6.82	+0.533
	-25.4	-3.627	-3.40	+0.227
	0.0	-0.138	0.0	+0.138

表 8 動特性試験・過渡応答試験

1. Pitch 系統

Stiffness Gain=3

Damping Gain=0

アクチュエータ ストローク	系 統	立上り遅れ [s]		63% 整定時間 [s]		90% 整定時間 [s]		オーバーシュート [mm]	
		伸	縮	伸	縮	伸	縮	伸	縮
35 mm	N	0.007	0.003	0.065	0.060	0.085	0.085	0.770	0.61
	S/B	0.005	0.003	0.055	0.055	0.080	0.085	0	0
	D	0	0	0.052	0.055	0.125	0.130	0	0
3.5 mm	N	0.005	0.005	0.025	0.040	0.045	0.060	0	0
	S/B	0.005	0.005	0.025	0.045	0.070	0.080	0	0
	D	0	0	0.045	0.065	0.120	0.130	0	0
17.5 mm	N	0.005	0.005	0.035	0.040	0.060	0.095	0.72	0.515
	S/B	0.005	0.005	0.035	0.040	0.065	0.075	0	0
	D	0	0	0.048	0.060	0.115	0.120	0	0
1.75 mm	N	0.005	0.005	0.035	0.035	0.050	0.060	0	0
	S/B	0.005	0.005	0.040	0.035	0.080	0.075	0	0
	D	0	0	0.060	0.060	0.125	0.125	0	0

2. Roll 系統

Stiffness Gain=3

Damping Gain=0

アクチュエータ ストローク	系 統	立上り遅れ [s]		63% 整定時間 [s]		90% 整定時間 [s]		オーバーシュート [mm]	
		伸	縮	伸	縮	伸	縮	伸	縮
35 mm	N	0.005	0.005	0.050	0.060	0.075	0.085	0.770	0.61
	S/B	0.005	0.005	0.050	0.055	0.078	0.083	0	0
	D	0	0	0.055	0.055	0.120	0.128	0	0
3.5 mm	N	0.008	0.005	0.035	0.045	0.065	0.070	0	0
	S/B	0.005	0.005	0.035	0.040	0.063	0.075	0	0
	D	0	0	0.046	0.060	0.105	0.110	0	0
17.5 mm	N	0.005	0.005	0.035	0.040	0.070	0.065	0.51	0.52
	S/B	0.005	0.005	0.040	0.060	0.070	0.070	0	0
	D	0	0	0.055	0.055	0.110	0.120	0	0
1.75 mm	N	0.005	0.005	0.030	0.037	0.060	0.040	0	0
	S/B	0.005	0.005	0.040	0.035	0.115	0.070	0	0
	D	0	0	0.055	0.060	0.115	0.105	0	0

Stiffness Gain=0

Damping Gain=3

 $T=0.04$  $V_0$ =出力ピーク電圧 $V_i$ =入力電圧 $V_{FS}$ =Stiffness にて Full Stroke 相当入力 $V_F$ =出力 Full Stroke 電圧 $T$ =微分時定数 [s]

	系 統	$V_0$ [V]	$V_i/V_{FS}$	$V_0/V_F$	$V_0/V_i$		50%上昇 [s]	50%下降 [s]
					実測値	理論値		
Pitch	N	4.450	0.05	0.524	10.48	8.19	0.025	0.105
	S/B	4.475	0.05	0.526	10.52	8.19	0.025	0.110
	D	3.450	0.05	0.406	8.12	8.19	0.020	0.135
Roll	N	4.500	0.05	0.529	10.58	8.19	0.025	0.104
	S/B	4.375	0.05	0.515	10.30	8.19	0.024	0.105
	D	3.250	0.05	0.382	7.64	8.19	0.025	0.135

 $T=0.1$ 

	系 統	$V_0$ [V]	$V_i/V_{FS}$	$V_0/V_F$	$V_0/V_i$		50%上昇 [s]	50%下降 [s]
					実測値	理論値		
Pitch	N	2.800	0.05	0.329	6.58	5.00	0.022	0.140
	S/B	2.750	0.05	0.324	6.48	5.00	0.021	0.142
	D	2.250	0.05	0.265	5.31	5.00	0.025	0.193
Roll	N	2.750	0.05	0.325	6.50	5.00	0.025	0.194
	S/B	2.850	0.05	0.335	6.70	5.00	0.028	0.145
	D	2.125	0.05	0.250	5.00	5.00	0.025	0.144

G. M. Cancellor

Stiffness Gain=0

Damping Gain=3

 $T=0.04$ 

	系 統	$V_0$ [V]	$V_i/V_{FS}$	$V_0/V_F$	$V_0/V_i$		50%上昇 [s]	50%下降 [s]
					実測値	理論値		
Pitch ↓ Roll	N	3.175	0.05	0.374	7.48	5.60	0.020	0.100
	S/B	3.125	0.05	0.368	7.36	5.60	0.022	0.105
	D	2.375	0.05	0.279	5.58	5.60	0.025	0.141
Roll ↓ Pitch	N	1.550	0.05	0.182	3.64	2.85	0.021	0.101
	S/B	1.628	0.05	0.192	3.84	2.85	0.020	0.100
	D	1.150	0.05	0.135	2.70	2.85	0.020	0.139



G. M. Cancellor  
 Stiffness Gain=0  
 Damping Gain=3  
 T=0.1

	系 統	V <sub>0</sub> [V]	V <sub>i</sub> /V <sub>FS</sub>	V <sub>0</sub> /V <sub>F</sub>	V <sub>0</sub> /V <sub>t</sub>		50%上昇 [s]	50%下降 [s]
					実測値	理論値		
Pitch ↓ Roll	N	1.925	0.05	0.226	4.52	3.42	0.025	0.145
	S/B	1.875	0.05	0.221	4.42	3.42	0.025	0.146
	D	1.500	0.05	0.177	3.54	3.42	0.027	0.190
Roll ↓ Pitch	N	0.975	0.05	0.115	2.30	1.74	0.022	0.135
	S/B	1.000	0.05	0.118	2.36	1.74	0.024	0.139
	D	0.750	0.05	0.088	1.76	1.74	0.025	0.196

3. Yaw 系統  
 Damping Gain=3

アクチュエータ ストローク	系 統	立上り遅れ [s]		63% 整定時間 [s]		90% 整定時間 [s]		オーバーシュート [mm]	
		伸	縮	伸	縮	伸	縮	伸	縮
35 mm	No. 1	0.010	0.003	0.065	0.060	0.080	0.082	1.2	1.1
	No. 2	0.010	0.003	0.063	0.055	0.080	0.080	1.0	0.9
3.5 mm	No. 1	0.015	0.005	0.040	0.042	0.050	0.055	1.30	1.30
	No. 2	0.015	0.005	0.045	0.040	0.055	0.050	1.03	1.1
17.5 mm	No. 1	0.010	0.003	0.040	0.043	0.058	0.055	1.0	1.0
	No. 2	0.010	0.003	0.040	0.038	0.060	0.053	0.8	0.8
1.75 mm	No. 1	0.015	0.005	0.040	0.033	0.050	0.046	1.5	1.2
	No. 2	0.015	0.005	0.045	0.035	0.060	0.050	1.2	1.0

4. Height 系統  
 G Gain=3  
 Damping Gain=0

アクチュエータ ストローク	系 統	立上り遅れ [s]		63% 整定時間 [s]		90% 整定時間 [s]		オーバーシュート [mm]	
		伸	縮	伸	縮	伸	縮	伸	縮
35 mm	N	0.005	0.003	0.060	0.065	0.100	0.110	0	0
	S/B	0.005	0.002	0.060	0.065	0.098	0.100	0	0
	D	0	0	0.078	0.082	0.140	0.150	0	0
3.5 mm	N	0.010	0.005	0.060	0.065	0.095	0.098	0	0
	S/B	0.010	0.005	0.055	0.063	0.090	0.095	0	0
	D	0	0	0.070	0.080	0.150	0.150	0	0
17.5 mm	N	0.005	0.003	0.060	0.063	0.100	0.102	0	0
	S/B	0.005	0.003	0.055	0.063	0.095	0.100	0	0
	D	0	0	0.072	0.080	0.142	0.150	0	0
1.75 mm	N	0.010	0.015	0.060	0.060	0.100	0.105	0	0
	S/B	0.017	0.015	0.065	0.060	0.085	0.090	0	0
	D	0	0	0.070	0.080	0.140	0.155	0	0

Stiffness Gain=0  
 Damping Gain=3  
 入力: Full Stroke×1/2  
 T=8

系 統	35 mm ストローク			17.5 mm ストローク		
	立上り遅れ	63%整定 時間 [s]	90%整定 時間 [s]	立上り遅れ	63%整定 時間 [s]	90%整定 時間 [s]
N	0.5	8.5	19.0	0	8.6	19.5
S/B	0	7.8	18.2	0	8.2	19.3
D	0	7.8	18.5	0	8.0	19.0

T=10

系 統	35 mm ストローク			17.5 mm ストローク		
	立上り遅れ	63%整定 時間 [s]	90%整定 時間 [s]	立上り遅れ	63%整定 時間 [s]	90%整定 時間 [s]
N	0	10.1	24.3	0	10.8	24.5
S/B	0	10.0	23.2	0	9.7	22.9
D	0	9.6	23.2	0	10.1	26.9

## 5. 比較回路作動試験

### 5.1 作動レベル

系 統	作 動 電 圧				Pitch, Roll: { Stiffness Gain=3 Damping Gain=0 Yaw : Damping Gain=3 Height : { G Gain=3 Damping Gain=0
	ク ラ ッ チ		警 報		
	入力[V]	F/B[V]	入力[V]	F/B[V]	
Pitch	0.219	2.004	0.181	1.639	
Roll	0.188	1.601	0.188	1.601	
Yaw			0.130	3.365	
Height	0.191	5.675	0.191	5.675	

### 5.2 クラッチ作動

系 統	入 力	比較回路作動 [ms]	リレー作動 [ms]	クラッチ作動 完了 [ms]
Pitch	作動レベル	312	572	612
	作動レベルの2倍	133	178	250
	フルストローク相当	78	93	191
Roll	作動レベル	680	697	743
	作動レベルの2倍	160	198	266
	フルストローク相当	74	90	182
Yaw	警報作動レベル	690		
	作動レベルの2倍	200		
Height	作動レベル	735	747	835
	作動レベルの2倍	276	292	393
	フルストローク相当	303	319	444

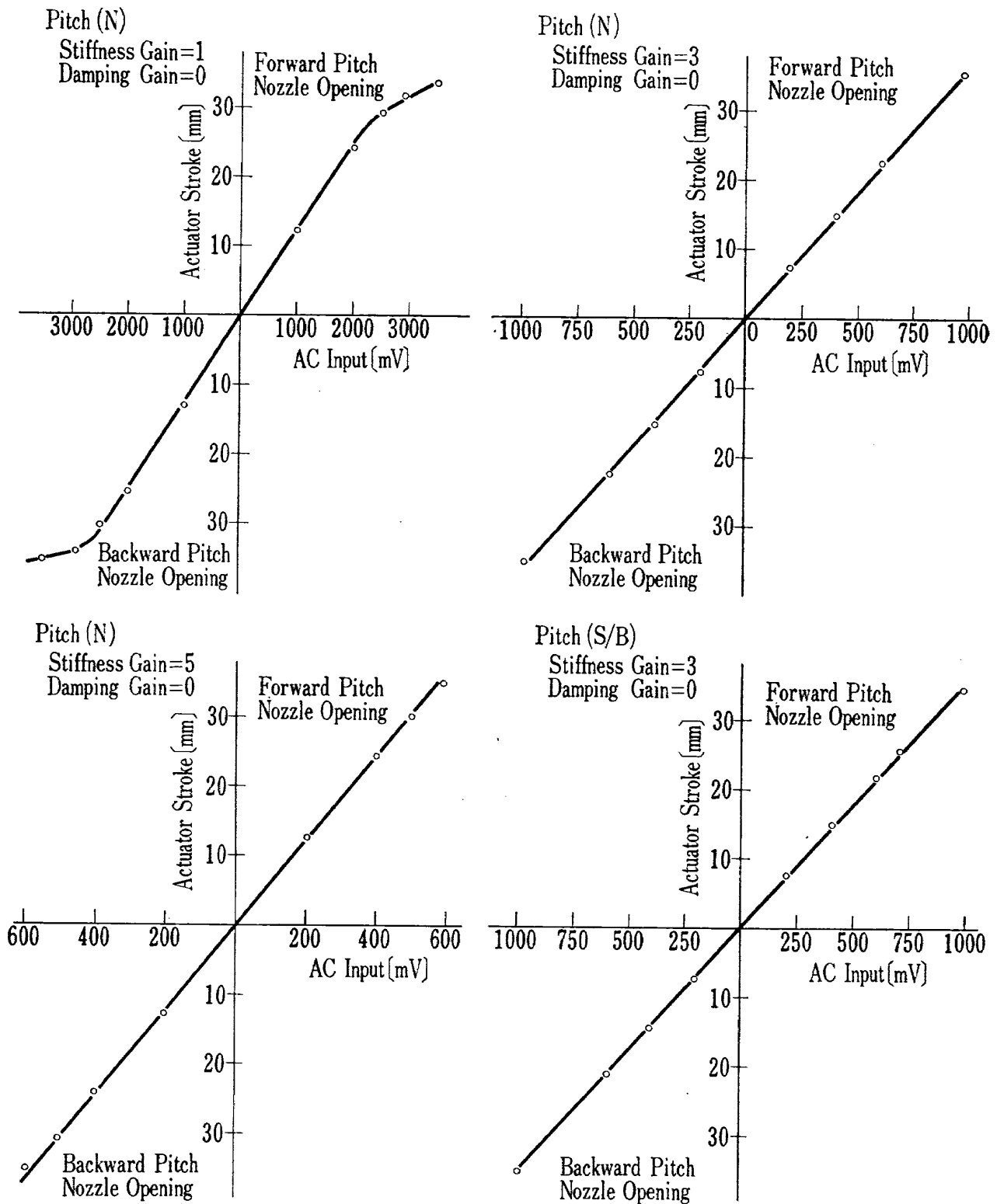


Fig. 1 AC Input-Actuator Stroke (Pitch)

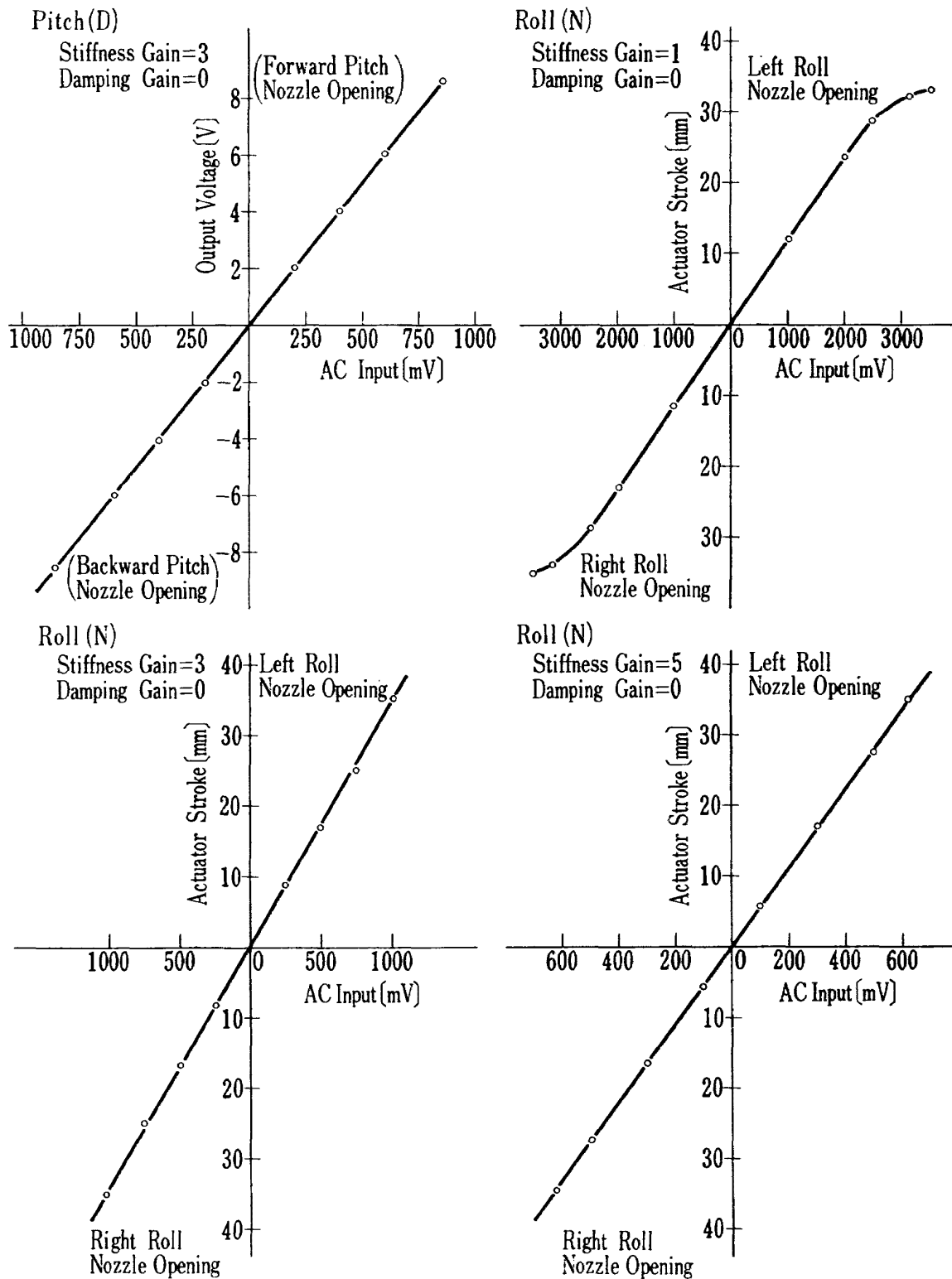


Fig. 2 AC Input-Actuator Stroke (Pitch, Roll)

TM-204	サーボ機構の過渡応用改善用デジタル コントローラについて	1971年7月	小川 鉦一, 島村 正人
TM-205	自由飛行模型 FFM-10 の動安定微係数 の推定について	1971年7月	河崎 俊夫, 河本 巖
TM-206	静止衛星の軌道保持シミュレーションシ ステムの構成 (I) —地球の重力場による摂動—	1971年8月	松島 弘一
TM-207	対称スピニング衛星用ニューテーション・ダ ンパの解析	1971年9月	村上 力, 狼 嘉彰
TM-208	薄板継手構造の強座についての実験 —接着およびリベット継手—	1971年11月	池田 為治, 熊倉 郁夫 竹内 和之
TM-209	試作接着面応力センサの較正試験	1971年11月	大竹 邦彦, 遠藤 修司 野口 義男
TM-210	小型加速度計による風洞模型姿勢角の測 定	1971年12月	原 亘利
TM-211	軽量ジェットブースト STOL の一検討	1971年12月	西村 博史
TM-212	原動機部要素試験設備用消音装置の特性 試験	1972年1月	鳥崎 忠雄, 小林 実
TM-213	フライングテストベッド空気系統試験	1972年2月	田辺 義一, 小暮 泰之 川崎 純男
TM-214	フライングテストベッド燃料系統試験	1972年2月	田辺 義一, 小暮 泰之 川崎 純男
TM-216	安定板を有する固体ロケットの操舵要求 軽減法	1972年2月	大石 晃, 山中 龍夫 冠 昭夫

注: 欠番は配布先を限定したもの

---

## 航空宇宙技術研究所資料217号

昭和47年7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

---

