

JAERI - M
87-031

JT-60電源設備電動発電機据付工事記録

1987年3月

JT-60第1試験室

JAERI-Mレポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division
Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-
mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

©Japan Atomic Energy Research Institute, 1987

編集兼発行 日本原子力研究所
印 刷 いばらき印刷機

JT-60 電源設備電動発電機据付工事記録

日本原子力研究所那珂研究所 JT-60 試験部
JT-60 第1 試験室

(1987年1月30日受理)

本報告は、JT-60 電源設備すなわち、ポロイダル磁場コイル電源、トロイダル磁場コイル電源そして加熱用発電設備に設置されている3台の電動発電機の据付工事についてまとめたものである。

建家の基礎工事から、発電機の据付そして回転試験にいたるまで、約5年間に及ぶ据付工事に関し、その工程を詳細に紹介し、また工事中に発生した問題点とその処置についてここに報告することにより、今後の運転保守、さらには、次期電源設備建設の参考に供することを目的とする。

Records of JT-60 Motor-Generators' Installation

JT-60 Facility Division I

DEPARTMENT OF JT-60 FACILITY
Naka Fusion Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Naka-machi, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 30, 1987)

This report describes the installation work of 3 Motor Generators, which were provided for JT-60 Poloidal and Toroidal Field Power Supply Systems, and Plasma Heating System.

The construction work took about 5 years from founding of building to installation and rotation test of the MG's. The progress of this work are described in detail referring to the troubles came up during this work. This report is to record the process of the work hoping to be referred to in the succeeding operation and maintenance, and a future construction of the same kind.

Keywords: JT-60, Power Supply, Motor Generator, MG, Installation Record, Poloidal Field, Toroidal Field, Plasma Heating, Flywheel, Construction

目 次

まえがき	1
1. 一般事項	1
1.1 工事概要	1
1.2 主機仕様及び組立断面図	1
1.3 工程管理	9
1.4 安全管理	9
2. 建家及び基礎	9
2.1 建家新築工事の概要	9
2.2 埋設金物及び基礎ボルトの施工	13
2.3 主機基礎荷重	13
2.4 基礎施工上の問題点	13
2.4.1 MGピットの施工寸法誤差	13
2.4.2 防振ステー支持部のバネ定数	13
3. 機器据付工事	16
3.1 一般事項	16
3.1.1 据付工事の概要	16
3.1.2 重量物輸送	16
3.1.3 天井走行クレーン及び主要吊金具	17
3.1.4 組立部品の配置	19
3.1.5 危険物取扱所設置に関する消防署への対処	19
3.1.6 二次冷却水配管フラッシング	19
3.2 P電源MG	23
3.2.1 組立手順及び工程	23
3.2.2 据付上の特記事項	23
3.2.3 主要測定記録及び各部ボルト締付力	23
3.3 T電源MG	34
3.3.1 組立手順及び工程	34
3.3.2 据付上の特記事項	34
3.3.3 主要測定記録及び各部ボルト締付力	34
3.4 加熱用MG	45
3.4.1 組立手順及び工程	45
3.4.2 据付上の特記事項	45
3.4.3 主要測定記録及び各部ボルト締付力	45
4. 回転試験	60

4.1	回転試験の概要	60
4.2	P 電源 MG	60
4.2.1	概要	60
4.2.2	回転試験時の問題点	60
4.3	T 電源 MG	63
4.3.1	概要	63
4.3.2	回転試験時の問題点	63
4.4	加熱用 MG	66
4.4.1	概要	66
4.4.2	回転試験時の問題点	66
	あとがき	69
	参考資料	70
1.	ポロイダル磁場コイル電源用電動発電機現地据付工事写真集	70
2.	トロイダル磁場コイル電源用フライホイール付電動発電機現地据付工事写真集	82
3.	加熱用発電設備用フライホイール付電動発電機現地据付工事写真集	93

Contents

Preface	1
1. General Remarks	1
1.1 Summary of Installation and Tests	1
1.2 Specification and Cross Section of MG	1
1.3 Process Management	9
1.4 Safety Management	9
2. Building and Founding Work	9
2.1 Summary of Construction Work	9
2.2 Setting of Hardwares	13
2.3 Mechanical Load	13
2.4 Issues of Founding Work	13
2.4.1 Construction Error of MG Pit	13
2.4.2 Spring Constant of Support	13
3. Installation Work	16
3.1 General Remarks	16
3.1.1 Summary of Installation	16
3.1.2 Transportation	16
3.1.3 Crane and Hanging Tool	17
3.1.4 Layout of Parts	19
3.1.5 Report to Fire Station	19
3.1.6 Flashing of Piping System	19
3.2 Motor Generator of PFPS	23
3.2.1 Construction Process	23
3.2.2 Remarks on Setting	23
3.2.3 Measured Data	23
3.3 Motor Generator of TFPS	34
3.3.1 Construction Process	34
3.3.2 Remarks on Setting	34
3.3.3 Measured Data	34
3.4 Motor Generator for Plasma Heating System	45
3.4.1 Construction Process	45
3.4.2 Remarks on Setting	45
3.4.3 Measured Data	45
4. Rotation Tests	60
4.1 Summary of Rotation Tests	60
4.2 Motor Generator of PFPS	60

4.2.1 Summary	60
4.2.2 Issues	60
4.3 Motor Generator of TFPS	63
4.3.1 Summary	63
4.3.2 Issues	63
4.4 Motor Generator for Plasma Heating System	66
4.4.1 Summary	66
4.4.2 Issues	66
Conclusion	69
Reference Data (Photographs of Installation)	70
(1) Motor Generator of PFPS	70
(2) Motor Generator with Flywheel of TFPS	82
(3) Motor Generator with Flywheel for Plasma Heating System ...	93

まえがき

この記録の目的は、5ヶ年間にわたるJT-60電源設備の建設工事の中で、特に高速、大容量機であり、かつ300～600 tonのフライホイールを直結した記録的な回転機である電動発電機3台、即ちポロイダル磁場コイル電源用電動発電機、トロイダル磁場コイル電源用フライホイール付電動発電機及び加熱発電用フライホイール付電動発電機の据付工事の概要と主要設定記録及び試運転試験時の問題点について記録し、今後のオーバーホール等の保守管理あるいは、次期装置の建設のための参考に資するものである。

具体的な組立、据付及び調整の要領については、機器製作者から提出され、原研によって承認された「現地据付要領書」及び原研が作成した「電源設備施工管理の指針」によるものとし、ここでは据付工事上特記すべき事項、保守管理上必要な測定、調整記録、据付工事の実績工程及び回転試験中に生じた問題点及び建築工事との関連について記載することとした。

1. 一般事項

1.1 工事概要

発電機棟新築工事は55年4月着工、57年5月末竣工し、天井走行クレーンは57年4月から稼働可能となった。

P電源MGの据付は57年4月に開始され、57年12月組立を完了したが、58年9月1日中央変電所の275 kV受電まで長期保管の後、58年9月から試運転を開始、単体試験に引き続き約1.5ヶ年にわたって模擬負荷通電、実負荷試験を実施した。

T電源MGの据付工事は58年4月開始、59年1月から試運転にはいったが2ヶ月後に推力軸受焼損事故が発生し、これに伴う改造及び軸心移動によるバランスの変化等のトラブルが生じた。これらの対策は約1ヶ年で解決し、トロイダル磁場コイル通電試験を終了した。

加熱用MGは58年12月据付開始(MGピット内の二次コンクリートは57年7月先行)59年9月から試運転を行なったが、励磁用カーボンブラシの異常摩耗とT電源MGと同様の運転中のバランスの変化が起こり、この対策を行なった。

この間各電源設備は東京通産局による使用前検査を受け、P電源MGは58年10月19日、T電源MGは59年10月9日、加熱用MGは59年10月31日、それぞれ合格し各設備とも60年3月末に原研に引き渡された。

1.2 主機仕様及び組立断面図

1.1表に主機の仕様、1.1～1.3図に各MG組立断面図を示す。

まえがき

この記録の目的は、5ヶ年間にわたるJT-60電源設備の建設工事の中で、特に高速、大容量機であり、かつ300～600 tonのフライホイールを直結した記録的な回転機である電動発電機3台、即ちポロイダル磁場コイル電源用電動発電機、トロイダル磁場コイル電源用フライホイール付電動発電機及び加熱発電用フライホイール付電動発電機の据付工事の概要と主要設定記録及び試運転試験時の問題点について記録し、今後のオーバーホール等の保守管理あるいは、次期装置の建設のための参考に資するものである。

具体的な組立、据付及び調整の要領については、機器製作者から提出され、原研によって承認された「現地据付要領書」及び原研が作成した「電源設備施工管理の指針」によるものとし、ここでは据付工事上特記すべき事項、保守管理上必要な測定、調整記録、据付工事の実績工程及び回転試験中に生じた問題点及び建築工事との関連について記載することとした。

1. 一般事項

1.1 工事概要

発電機棟新築工事は55年4月着工、57年5月末竣工し、天井走行クレーンは57年4月から稼働可能となった。

P電源MGの据付は57年4月に開始され、57年12月組立を完了したが、58年9月1日中央変電所の275 kV受電まで長期保管の後、58年9月から試運転を開始、単体試験に引き続き約1.5ヶ年にわたって模擬負荷通電、実負荷試験を実施した。

T電源MGの据付工事は58年4月開始、59年1月から試運転にはいったが2ヶ月後に推力軸受焼損事故が発生し、これに伴う改造及び軸心移動によるバランスの変化等のトラブルが生じた。これらの対策は約1ヶ年で解決し、トロイダル磁場コイル通電試験を終了した。

加熱用MGは58年12月据付開始（MGピット内の二次コンクリートは57年7月先行）59年9月から試運転を行なったが、励磁用カーボンブラシの異常摩耗とT電源MGと同様の運転中のバランスの変化が起これり、この対策を行なった。

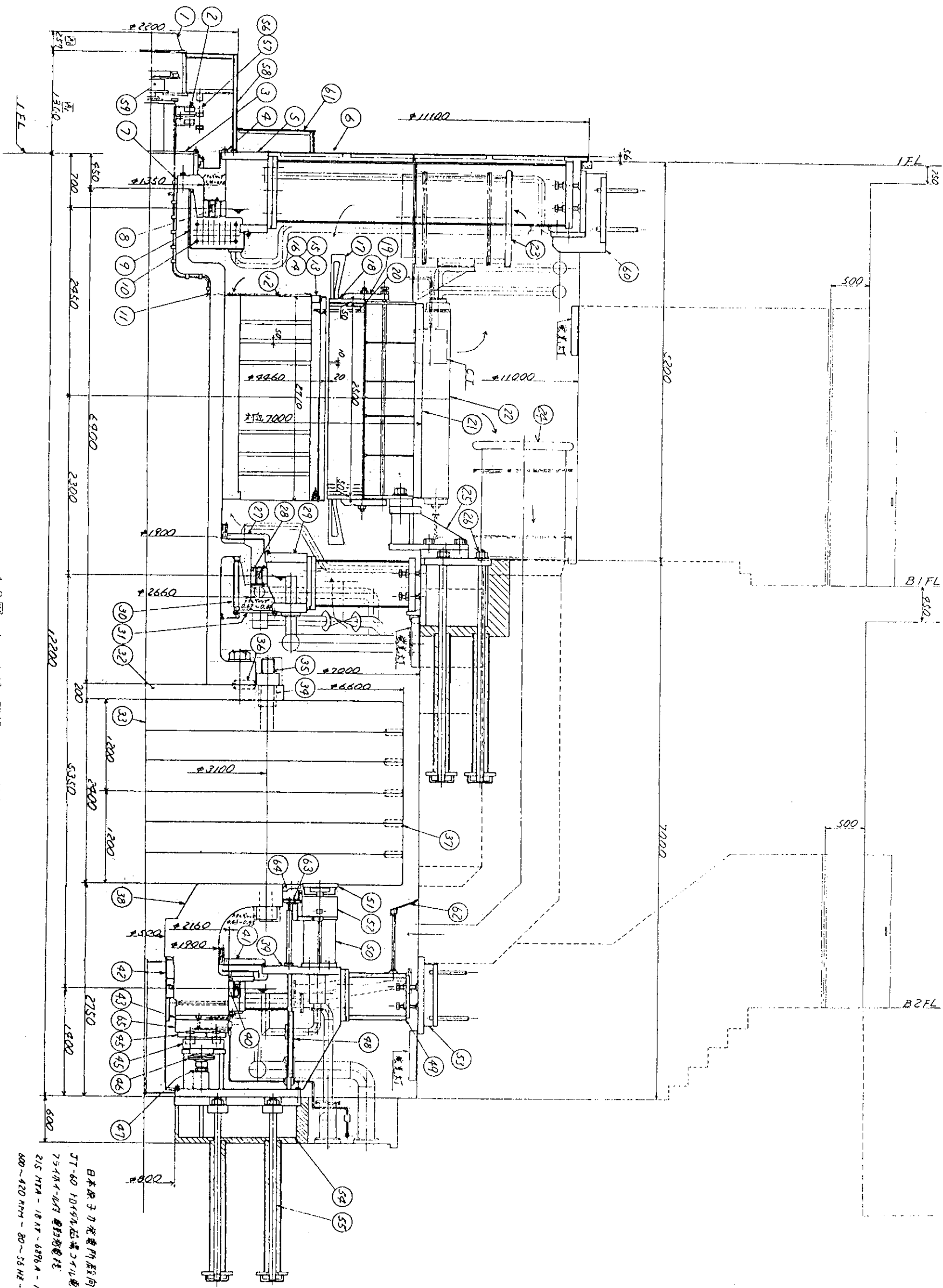
この間各電源設備は東京通産局による使用前検査を受け、P電源MGは58年10月19日、T電源MGは59年10月9日、加熱用MGは59年10月31日、それぞれ合格し各設備とも60年3月末に原研に引き渡された。

1.2 主機仕様及び組立断面図

1.1表に主機の仕様、1.1～1.3図に各MG組立断面図を示す。

1.1表 主機仕様比較表

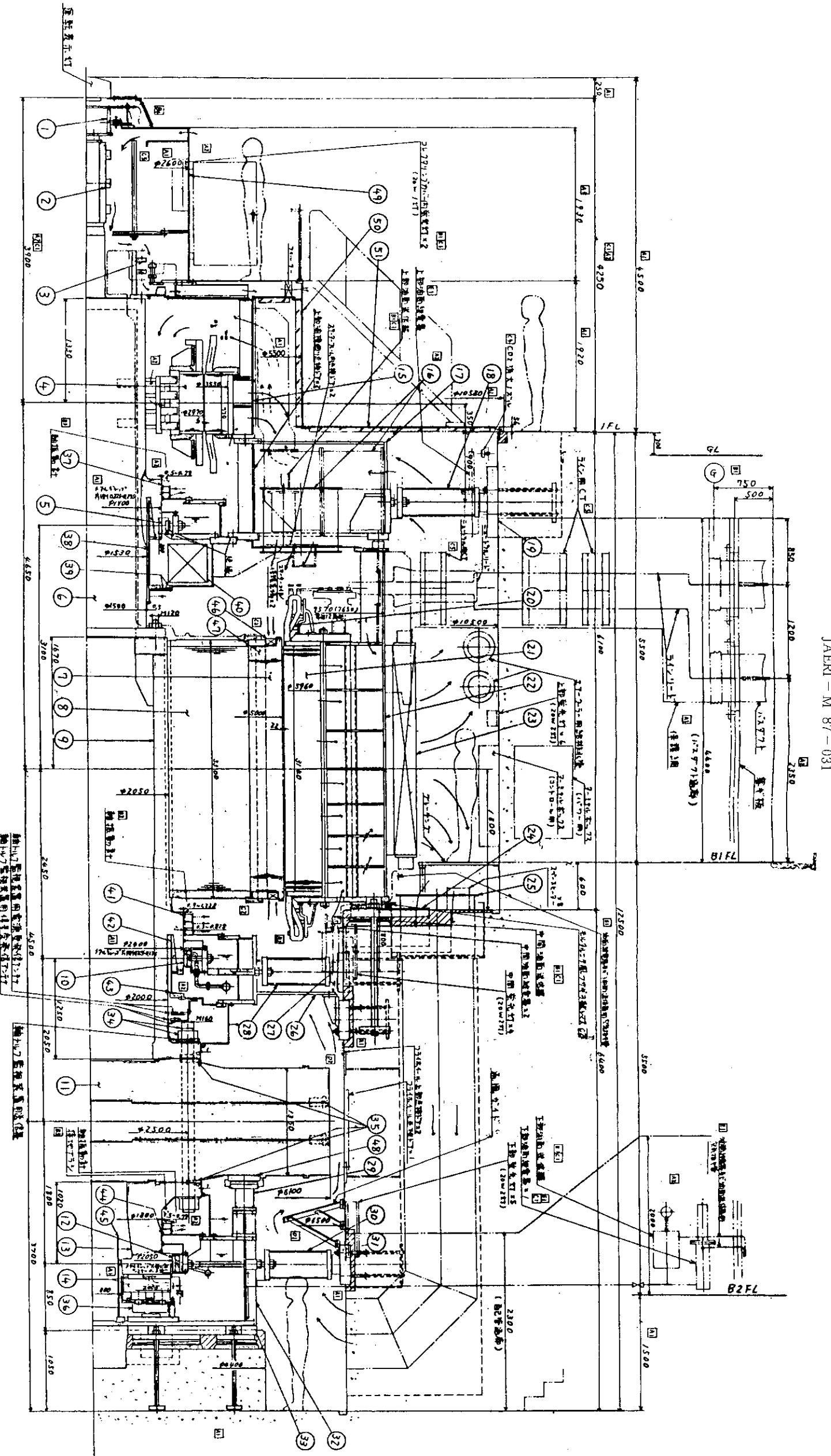
項目	設備名	P 電源 MG	T 電源 MG	加熱用 MG
型式		立 軸	立 軸	立 軸
定格の種類		短時間繰返し	特 殊	特殊(反復定格)
出力 (MVA)		500	215	400
電圧 (kV)		18	18	18
電流 (A)		16,038	6,896	12,830
力 率		0.45	0.85	0.62
極 数		16	16	16
周波数 (Hz)		77.6 ~ 54.2	80 ~ 56	77.6 ~ 54.2
回転速度 (r.p.m.)		582 ~ 406.5	600 ~ 420	582 ~ 406.5
固定子コイル		星形2巻線, 口出6本	星形2巻線, 口出6本	星形2巻線, 口出6本
励磁方式		サイリスタ直接他励	サイリスタ直接他励	サイリスタ直接他励
回転子重量 (ton)		460	370	460
フライホイール重量 (ton)		-	645	330
GD ² (ton-m ²)		5,500	16,000	11,600
放出エネルギー (MJ)		1,300	4,020	2,650
運転周期 (分)		10	10	10
駆動装置	種類	直結 IM	サイリスタ	直結 IM
	出力 (kW)	7,000	19,000	15,000
	電圧 (kV)	11	11	11
	制御方式	セルビウス	サイリスタ	セルビウス
推力軸受	種類	スプリング型	ミッチェル型	ミッチェル型
	スラスト荷重 (ton)	500	1,100	895
	循環ポンプ	別置ポンプ	セルフポンプ	別置ポンプ
	軸受押上装置運転	406.5 (r.p.m.) 以下	連 続	406.5 (r.p.m.) 以下
		東 芝	三 菱	日 立



1.2 図 トロイダル磁場コイル電源用ライホイール付電動発電機組立断面図

品番	名称	単位	数量	材料
1	表蓋	1	7	7071
2	ライホイール	1	1	SS41P
3	ライホイール軸	1	1	SS41P
4	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
5	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
6	風洞上板	1	1	SS41P
7	風洞下板	1	1	SS41P
8	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
9	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
10	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
11	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
12	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
13	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
14	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
15	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
16	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
17	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
18	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
19	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
20	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
21	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
22	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
23	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
24	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
25	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
26	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
27	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
28	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
29	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
30	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
31	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
32	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
33	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
34	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
35	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
36	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
37	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
38	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
39	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
40	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
41	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
42	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
43	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
44	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
45	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
46	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
47	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
48	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
49	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
50	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
51	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
52	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
53	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
54	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
55	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
56	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
57	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
58	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
59	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
60	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
61	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
62	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
63	ライホイール軸受け	1	1	SS41P
64	ライホイール軸受け	1	1	SS41P

日本原子力発電所所向
 JT-60 10kV 磁場コイル電源
 75kVA 用電動発電機
 215 HTA - 18 RT - 589A - 16P
 400 ~ 420 RHT - 80 ~ 58 RT - 025 PF



部名	数量	材質	寸法	重量	備考
1	1	—	—	—	—
2	1	—	—	—	—
3	1	—	—	—	—
4	1	—	—	—	—
5	1	—	—	—	—
6	1	—	—	—	—
7	1	—	—	—	—
8	1	—	—	—	—
9	1	—	—	—	—
10	1	—	—	—	—
11	1	—	—	—	—
12	1	—	—	—	—
13	1	—	—	—	—
14	1	—	—	—	—
15	1	—	—	—	—
16	1	—	—	—	—
17	1	—	—	—	—
18	1	—	—	—	—
19	1	—	—	—	—
20	1	—	—	—	—
21	1	—	—	—	—
22	1	—	—	—	—
23	1	—	—	—	—
24	1	—	—	—	—
25	1	—	—	—	—
26	1	—	—	—	—
27	1	—	—	—	—
28	1	—	—	—	—
29	1	—	—	—	—
30	1	—	—	—	—
31	1	—	—	—	—
32	1	—	—	—	—
33	1	—	—	—	—
34	1	—	—	—	—
35	1	—	—	—	—
36	1	—	—	—	—
37	1	—	—	—	—
38	1	—	—	—	—
39	1	—	—	—	—
40	1	—	—	—	—
41	1	—	—	—	—
42	1	—	—	—	—
43	1	—	—	—	—
44	1	—	—	—	—
45	1	—	—	—	—
46	1	—	—	—	—
47	1	—	—	—	—
48	1	—	—	—	—
49	1	—	—	—	—
50	1	—	—	—	—

1.3 図 加熱用発電設備用フライホイール付電動発電機組立断面図

1.3 工程管理

工程の管理は、先行工事である埋込金物設工事が開始された55年12月から、建設部の主催による定例の月間及び週間工程会議に、機器製作者側と共に出席し、提出された翌月（週）の予定表に基づき、工程及び施工上の取り合いについて協議を行なった。

建家完成後は計画調整グループ及びJTC（JT-60 総合調整業務）が主催する全体調整会議（月間及び週間）の前日に、電源設備関係者のみの事前調整会議を実施し、工程及び取り合いについて協議した。

1.4 安全管理

建家工事中は、建築工事業者側が統轄安全管理者となり、その指示を受け、建家完成後は、機器据付工事業者側が作業量に応じて、交替で統轄安全管理者となった。

機器据付工事中は各設備受注者から下記の書類の提出を求め、これに従って安全管理を行なった。

(1) 消防計画書

- イ. 非常時の体制
- ロ. 自衛消防組織
- ハ. 消火器の配置 等

(2) 安全衛生管理

- イ. 体制（組織）
- ロ. 非常時の連絡体制
- ハ. 安全教育
- ニ. 安全対策（具体的項目） 等

(3) 火気使用届

毎月の予定表の提出と、作業現場の使用許可証掲示

2. 建家及び基礎

2.1 建家新築工事の概要

建家は大成、戸田、藤田の3社 J.V. により施工された。

55年4月開始された発電機棟基礎ケーソン工事は、55年12月初めに終了し、直ちにMG室の基礎コンクリートが施工され、同時に補機室側の基礎PC杭打ち込み及びコンクリート打設が行なわれ、56年5月末、地下部分が終了し引き続き地上部建家が施工され、57年5月31日予定の工期に竣工した。この間MG室天井クレーンは、57年3月31日完成している。

加熱用MGピットについては、下半分及び上部防振ステー部分を打ち残し床タイル仕上げを合

1.3 工程管理

工程の管理は、先行工事である埋込金物埋設工事が開始された55年12月から、建設部の主催による定例の月間及び週間工程会議に、機器製作者側と共に出席し、提出された翌月（週）の予定表に基づき、工程及び施工上の取り合いについて協議を行なった。

建家完成後は計画調整グループ及びJTC（JT-60 総合調整業務）が主催する全体調整会議（月間及び週間）の前日に、電源設備関係者のみの事前調整会議を実施し、工程及び取り合いについて協議した。

1.4 安全管理

建家工事中は、建築工事業者側が統轄安全管理者となり、その指示を受け、建家完成後は、機器据付工事業者側が作業量に応じて、交替で統轄安全管理者となった。

機器据付工事中は各設備受注者から下記の書類の提出を求め、これに従って安全管理を行なった。

(1) 消防計画書

- イ. 非常時の体制
- ロ. 自衛消防組織
- ハ. 消火器の配置 等

(2) 安全衛生管理

- イ. 体制（組織）
- ロ. 非常時の連絡体制
- ハ. 安全教育
- ニ. 安全対策（具体的項目） 等

(3) 火気使用届

毎月の予定表の提出と、作業現場の使用許可証掲示

2. 建家及び基礎

2.1 建家新築工事の概要

建家は大成、戸田、藤田の3社 J.V. により施工された。

55年4月開始された発電機棟基礎ケーソン工事は、55年12月初めに終了し、直ちにMG室の基礎コンクリートが施工され、同時に補機室側の基礎PC杭打ち込み及びコンクリート打設が行なわれ、56年5月末、地下部分が終了し引き続き地上部建家が施工され、57年5月31日予定の工期に竣工した。この間MG室天井クレーンは、57年3月31日完成している。

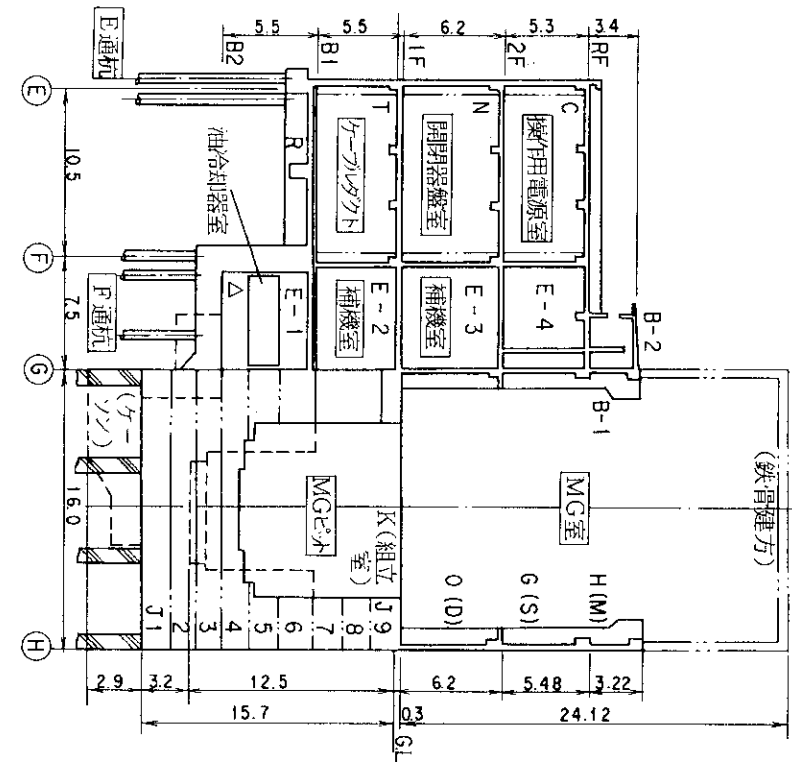
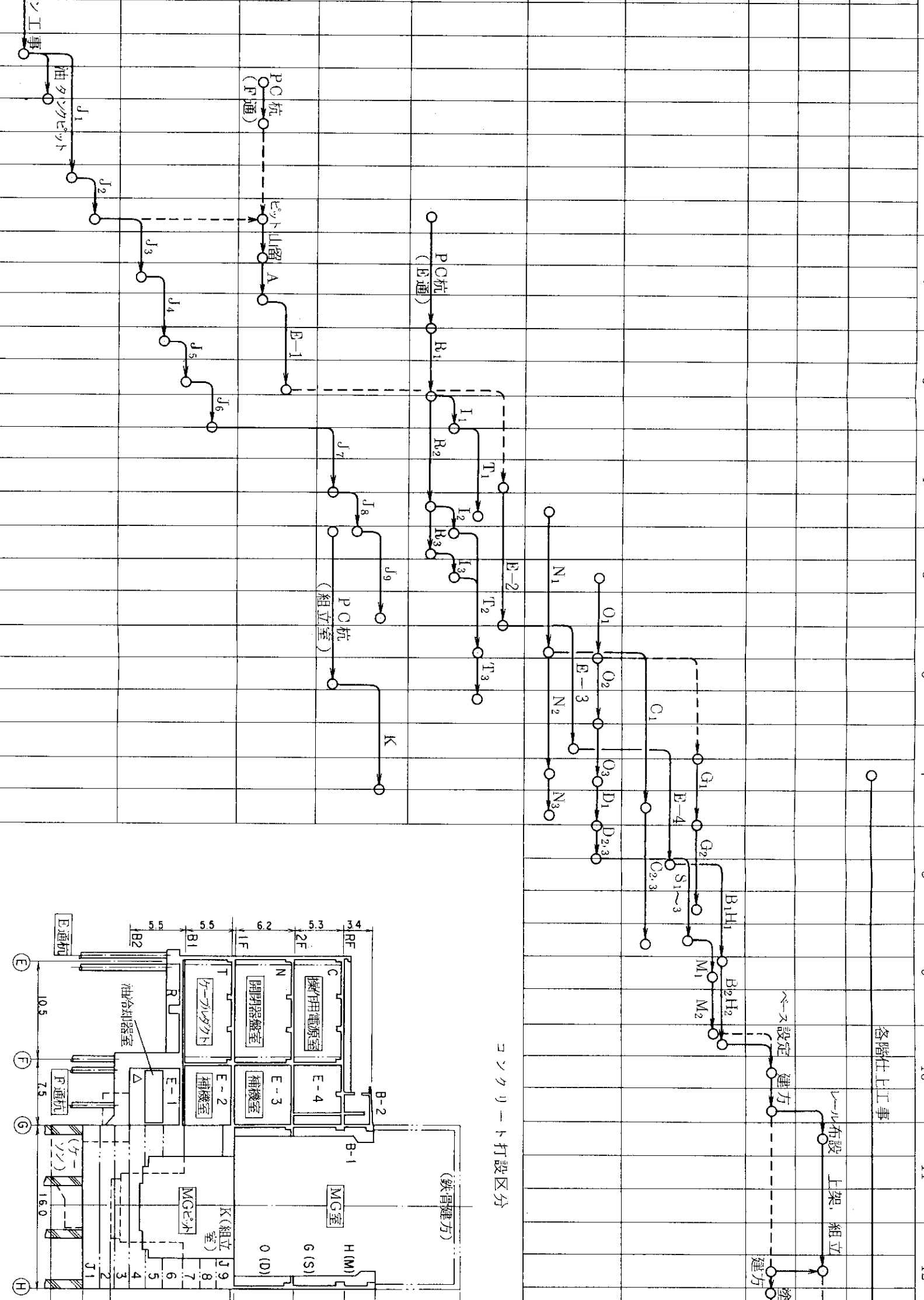
加熱用MGピットについては、下半分及び上部防振ステー部分を打ち残し床タイル仕上げを含

めて、機器製作者側が後打ちコンクリートを施工することとした。

2.1 表に発電機棟新築工事工程の実績を示す。

2.1表 JT-60 発電機棟新築工事工程表 (実績)

年 月	55 (1980)			56 (1981)			57 (1982)											
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
天井 クレーン (2基)																		5/31 検査 調整
鉄骨																		
2 F																		
1 F																		
B1F																		
B2F																		
底盤																		
備考	250 T 天井走行クレーン移動 57. 4. 1 建家竣工 57. 5. 31 P 電源機器据付開始 57. 4. 1																	



2.2 埋設金物及び基礎ボルトの施工

「JT-60 共通基準」により、補機類及び盤類の基礎並びに配管ケーブルトレイのサポート取り付けのためのアンカーボルト用箱抜きが困難な場所に図示の標準金物を埋設することとし、機器製作者から提出された承認図により金物は機器側供給とし、設定工事は J.V. に発注、機器据付工事業者が寸法をチェックし、原研はこれに立ち会った。

また、主機の基礎ボルト、通風ダクト、埋設配管等定形金物以外は、機器側で直接設定工事を行った。

2.1 図に標準埋設金物図を示す。

2.3 主機基礎荷重

基礎設計に必要な荷重表を建設部に提出した。MG 本体の振動特性による安全性から、防振ステー支持部の許容変化量（バネ定数）は、1,200 t/mm として要求している。

2.2 表に MG 基礎荷重表を示す。

2.4 基礎施工上の問題点

2.4.1 MG ピットの施工寸法誤差

建築工事と機器側との取合いで問題となるのは寸法誤差で、±50 mm 程度は許容されるが施工後の測定では、円形ピット中心から内周までの寸法が図示に対し、最大+107 mm、-37 mm の差があった。

ステータ外周部は±50 mm 程度にモルタル補修を行ない、更にピット内面は1～2 mm の全面仕上げ後、エマルジョンペイント塗装を行なった。

T 電源 MG のフライホイール外周部は、回転体との隙間が200 mm なのでこの部分は±20 mm 以内に修正することとし、はつり及びモルタル補修を行なった。(加熱用 MG については二次コンクリートが打継ぎされるのでそのままとした。)

試験運転後、T 電源 MG、フライホイールの外周部の一部に剥離(350 × 400 厚さ 20)及び浮きが見られたが、運転上特に支障ないので将来補修することとし、当分様子を見ることとした。

フライホイールに接する部分は、施工の寸法精度を上げる必要があり、かつ高速(周速 207 m/s)の回転体による高温(50℃)空気の流れに接するので、今後の計画では鋼板ライナの内張りをすべきである。

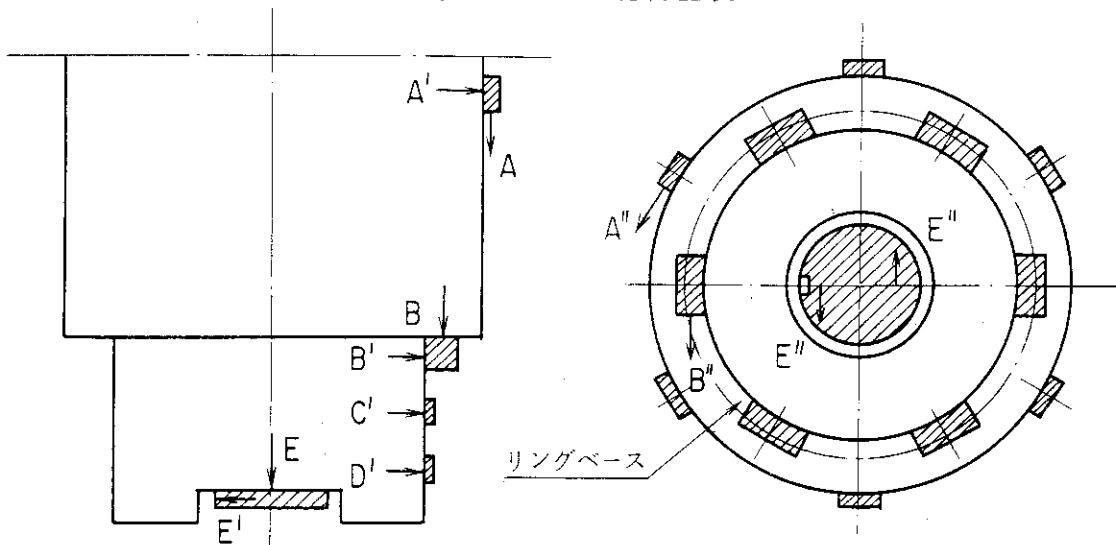
2.4.2 防振ステー支持部のバネ定数

基礎部のバネ定数の仕様値は、1,200 t/mm であるが、施工後 T 電源 MG の設計者が必要値 400 t/mm を満たしているかを懸念し、T 電源 MG ピットについて加振テストをおこなった結果バネ定数は防振ステー 1 ヶ所当り(全周 6 ヶ所)上部 1,670～2,780 t/mm、下部 2,390～4,410 t/mm であり、耐振上十分に信頼できる値であった。

型	形状の寸法	許容荷重 (t/枚)	備考
1	<p>スタッド 19ϕ x 200^L x 4</p>	<p>Pのみ 5.7 Vのみ 7.5 共存時はグラフによる</p>	<p>SS41 相当の強度のもの</p>
2	<p>スタッド 25ϕ x 200^L x 8</p>	<p>Pのみ 19.9 Vのみ 26.2 共存時はグラフによる</p>	<p>SS41 相当の強度のもの</p>

2.1図 標準埋込金物図

2.2表 MG 基礎荷重表



単位: ton, () 内はコンクリート面圧 kg/cm²

基礎位置	記号	荷重区分	T電源MG	P電源MG	加熱用MG	備考
上部ブラケット (上部防振ステー)	A	垂直	108 (1.9)	—	—	地震時
	A'	水平, 半径方向	250 (26.1)	200 (33.3)	162 (27.7)	地震時+熱伸び
	A''	" , 接線方向	—	—	—	
固定子及び 下部ブラケット	B	垂直	*552 (5.3)	*504 (2.4)	*574	地震時
	B'	水平, 半径方向	503.6 (28.7)	100 (4.0)	230	地震時+熱伸び
	B''	" , 接線方向	806 (7.7)	*2,922 (38.7)	*3,220	单相短絡時
中間軸受	C'	水平, 半径方向			243 (44.2)	地震時+熱伸び
下部軸受	D'	" "	367.4 (30.6)	E' 参照	130 (23.7)	"
底部 (スラスト軸受)	E	垂直	*1,428 (12.8)	*672 (7.6)	*1,166	地震時
	E'	水平, 半径方向	—	*198 (34.3)	—	"
	E''	" 接線方向	*204 (1.8)	*90 (14.0)	*245 (13.2)	スラスト焼損時

注: 1. 荷重は短期最大の値を示す。

2. 荷重は基礎1ヶ所当りの値を示すが, *はリングベースにかかる全体荷重である。

3. 機器据付工事

3.1 一般事項

3.1.1 据付工事の概要

建家及び建家諸設備竣工の2ヶ月前の57年4月1日からP電源MGの搬入、据付が開始され完了後引き続き約1ヶ年毎の間隔でT電源MG、加熱用MGの順で据付が行なわれたが、加熱用MGについては、先行工事として基礎の二次コンクリート打設に延約4ヶ月を要した。

据付工事は「現地据付要領書」に従って進められたが、原研が作成した「現地据付工事管理要領」により工事管理を行ない、絶縁耐力、配管耐圧、主機センタリング等据付中の主要測定項目については原研が立ち会った。

据付完了後、試運転前に各MGともチェックリストにより原研側立ち合いのもとに総点検を実施し、不備な箇所を指摘し手直しを行なった。

MG 据付時の立ち会い検査項目

- イ. 基礎床板、アンカーボルト、通風ライナ及び配管等の埋設部品の設定寸法
- ロ. ステータコイル一括絶縁抵抗、耐圧試験（直流）
- ハ. ロータコイル一括絶縁抵抗、耐圧試験（交流）
- ニ. ロータポール極性試験
- ホ. スラストブラケットベースのレベル、高さ、センター
- ヘ. 中間ブラケットベースのレベル、高さ、センター
- ト. スラストブラケットのレベル、高さ、センター
- チ. ステータ及び上部ブラケットのレベル、高さ、センター
- リ. スラスト調整または主軸単独レベル調整
- ヌ. 総合振れ見（P 電源不要）
- ル. 油冷却器耐圧試験
- ヲ. エアクーラ耐圧試験
- ワ. 冷却水系配管耐圧試験
- カ. 油配管耐圧試験（消防署係員立合）
- ヨ. コレクタリング振れ見（P 電源不要）

3.1.2 重量物輸送

(1) 構外輸送

JT-60 関連機器の中、重量物は本体関係の真空容器、トロイダル磁場コイル、MG 関係のフライホイール、ステータ等 20 ton 以上のものについては、日立運輸に輸送計画書の作成を依頼し、これに基づき道路管理者への申請及び折衝を行ない裁定を得た。また、警察関係へは誘導態勢を含めた「輸送要領書」をトレーラー運行毎に提出した。

3.1 表に MG 関係の重量物リストを示す。

3.1 表 MG 重量物リスト (20 t 以上)

設備	品名	数量	荷造寸法 (m)		重量 (ton)	備考
			長さ×幅×高さ			
P 電 源	ステータ	6	5.7×3.75×1.9		50	コイル全数抜き取り
	ロータスポークシャフト	1	5.1×2.2×2.3		49	
	ロータリングリム	8	4.4×4.4×0.55		42	
	I M ステータ	1	4.1×4.1×2.1		20	
T 電 源	ステータ	6	4.3×3.6×2.2		32	合せ目コイル抜き取り
	ロータスパイダボス	1	7.0×3.0×2.2		74	
	ロータリム	3	4.7×4.1×1.5		53	
	フライホイール	6	7.0×7.0×0.7		107	
	プラスチックカラー	1	3.7×3.7×2.0		50	
	スラスト油槽	1	5.2×4.8×2.1		43	
	250 t 吊ビーム	1	11.5×1.4×2.01		29	
加 熱 発 電	ステータ	6	4.8×4.0×2.0		52	コイル全数抜き取り
	ロータ主軸	1	5.4×2.5×2.5		57	
	ロータリム	3	5.0×5.0×1.2		90	
	フライホイール	3	6.4×6.4×0.7		107	
	下部軸	1	3.0×3.0×1.4		29	
	上部軸	1	6.5×3.0×3.0		60	
	I M ステータ	1	4.5×4.5×2.3		47	

(2) 構内輸送

構外輸送の延長であるが、P 電源機器の搬入時は構内道路が未整備で、このため建設部に仮道路の造成 (車輪地耐圧 10 t/m²) を依頼し、なお、不備の箇所は輸送業者が鉄板敷等で路面の補強を行なった。

3.1.3 天井走行クレーン及び主要吊金具

(1) 天井クレーン仕様

発電機棟に設置されている天井クレーンの仕様を 3.2 表に示す。

3.2表 天井クレーン仕様

型式	運転室及び無線操作式 低速天井クレーン				台数	2
	定格荷重(ton)	速度(m/min)	揚程(m)	電動機(kw)	制御機	
主巻上	250	1	28.5	55	渦流及び電磁ブレーキ	
補巻上	50	4	30	45	同上	
走行	-	10	-	8.5×2	電動油圧押し機	
横行	-	10	-	6.3	同上	
スパン 14.7 m		電源 AC 400V 50 Hz 3φ		製作者 函館ドック K.K.		

(2) 主要吊金具

3.3表に主要吊金具を示す。

3.3表 主要吊金具

品名	数量	使用設備	用途	加入者	備考
500ton 吊ビーム	1	T, P, 加	ロータ及びステータ	三菱	
同上 附属補助ビーム	4	"	ステータ	"	
ロータ吊金具 A	1	"	ロータ	"	
ロータ吊金具 B	1	P, 加	"	東芝	
30 ton チェーンブロック	4	T, P, 加	ステータ及びフライホイール	"	
ワイヤーロープ (-60×13.4m)	2	"	ステータ	"	
ワイヤーロープ (-60×7.1m)	4	"	"	"	
ワイヤーロープ (-45×1.1m)	4	"	"	"	エンドレス
ワイヤーロープ (-50×15m)	2	T, 加	フライホイール	三菱	
ワイヤーロープ (-50×5m)	4	"	"	"	
ワイヤーロープ (-40×16m)	4	T	上部ブラケット	"	
ワイヤーロープ (-22×8m)	2	T	"	"	
ワイヤーロープ (-28×18m)	2	加	上部軸	日立	

(3) クレーン移動範囲

3.1図にクレーンフック移動範囲を示す。

(4) 天井クレーンの運転管理

天井クレーンは57年3月31日労働基準監督署の検査に合格後、建設部から管理事務所工務課に移管され、月例点検を主とした保守管理が行なわれた。

クレーンの使用については据付工事業者が使用許可願を工務課に提出し、毎運転日はクレーン運転日誌に事前点検事項及び作業内容等を記入し、第2開発室経由で工務課に提出することとした。

3.1.4 組立部品の配置

(1) ロータ及び上部軸組立台の設置

ロータの組立及び上部軸起立後の仮置のためそれぞれのエレクションプレートを埋設し、据付中及びオーバーホール時の仮置に際し地震時にも安全なように配慮した。

(2) 搬入及び組立場所の検討

発電機室床耐荷重は組立室（M1～M4間） 25 t/m^2 、主機ピット廻り（M4～M11間） 400 t/m^2 、その他（M11～M12間） 10 t/m^2 である。部品組立スペース及び天井クレーンの走行範囲を勘案して、部品の搬入時期及び配置の検討を行なった。（3.1図 天井クレーンフック移動範囲参照）

3.1.5 危険物取扱所設置に関する消防署への対処

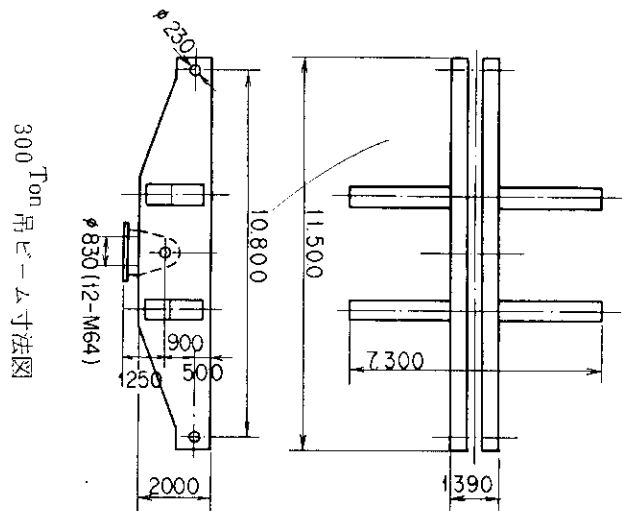
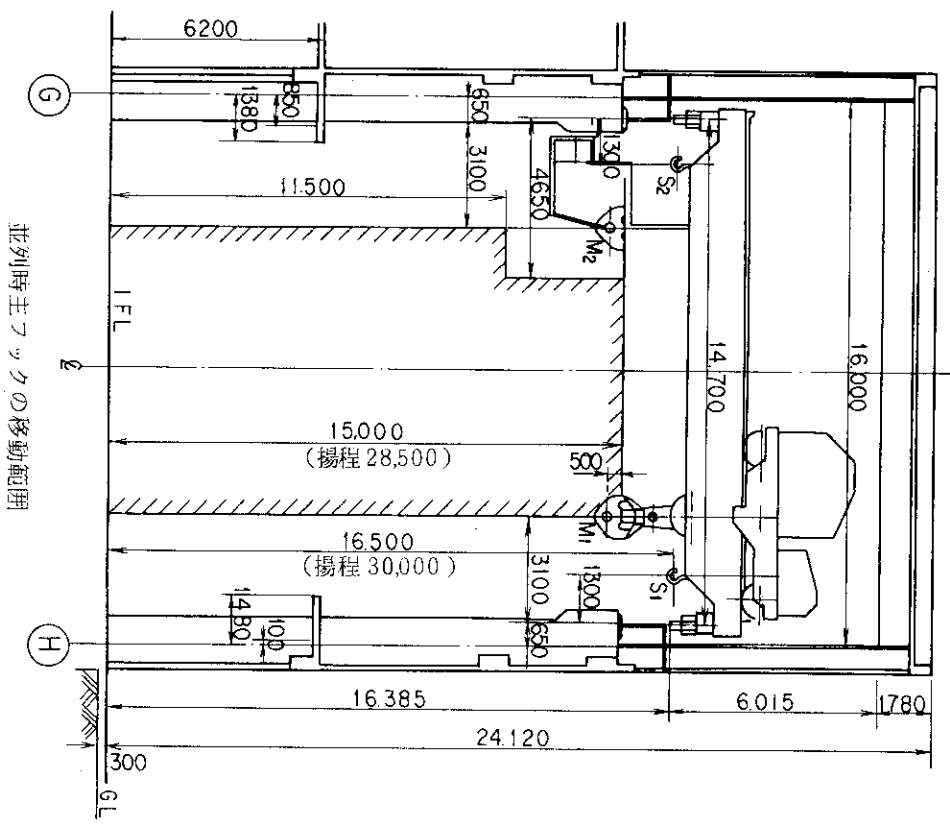
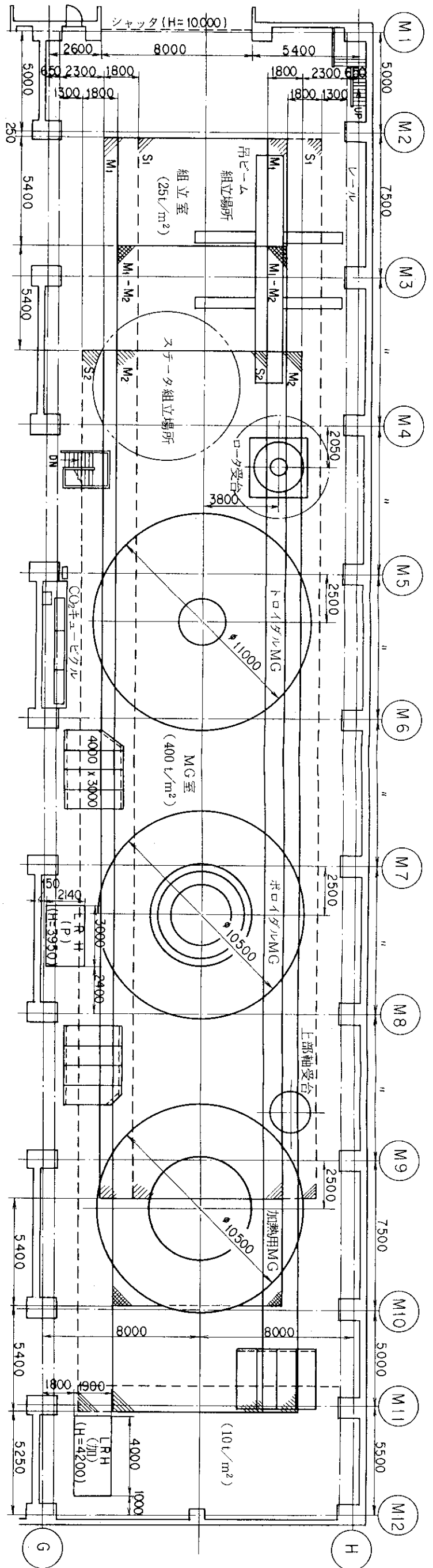
発電機棟では潤滑油として大量の#90タービン油（VG32、第4類、第3石油類）を使用するので、消防法による危険物取扱所設置許可の申請が必要であり、これに伴って現地で施工した油配管の耐圧及び完成設備（軸受油槽、油ポンプ、ストレーナ、配管）は消防署係員の立ち合い検査を受けることとなり、据付工事の途中で各3～4回に分けて受検した。試験圧力は使用圧力の1.5倍、10分間、水または気体による加圧で行なわれた。

なお、油配管系フラッシングの場合は、各設備毎に施工業者が消防署に仮取扱所の認可手続きを行なった。

3.1.6 二次冷却水配管フラッシング

MG、整流器及び調整用抵抗器の冷却水は、二次冷却設備から供給され循環使用となっている。このため配管のフラッシングは二次冷却水側循環ポンプで行なうこととなり、P及びT電源（MG本体関係を除く）については配管が完了していたので熱交換器をバイパスして切り離し、主管及び枝管の全系統を一括して 15 kg/cm^2 （設計圧力の1.5倍）の耐圧試験後約7時間通水し、冷却塔戻り側ストレーナ（60メッシュ）を3回点検し、塵あい、スケールの除去を原研及び各設備側立ち合いで確認した。

T電源MG及び加熱用MGについては、配管工事完了後耐圧試験を行ない機器側の主排水管に仮ストレーナを設け、二次冷側ポンプにより各熱交換器の系統毎に2～3回延6～8時間通水し、塵あい、スケールの除去を行なった。



天井クレーン仕様

型式	運転室および無線操作式低速天井クレーン
主巻	250
補巻	50
速度 (m/min)	1
揚程 (m)	28.5
スパン (m)	14.7
走行	10
横行	10

3.1 図 J T-60 発電機棟

天井走行クレーンフック移動範囲

3.2 P 電源 MG

3.2.1 組立手順及び工程

3.2 図に主要部品現地ハンドリング、3.4 表に据付工程実績表を示す。

3.2.2 据付上の特記事項

据付開始当初の約2ヶ月間は建築工事の仕上げ時期と重なり、この調整が必要となり、また構内道路が未整備で重量物搬入に際し、この対策が必要となったが他にトラブルは殆どなかった。

推力軸受が純粹のスプリング型のため主軸振れ見は行わないが、主軸受構造であり特に問題はない。

3.2.3 主要測定記録及び各部ボルト締付力

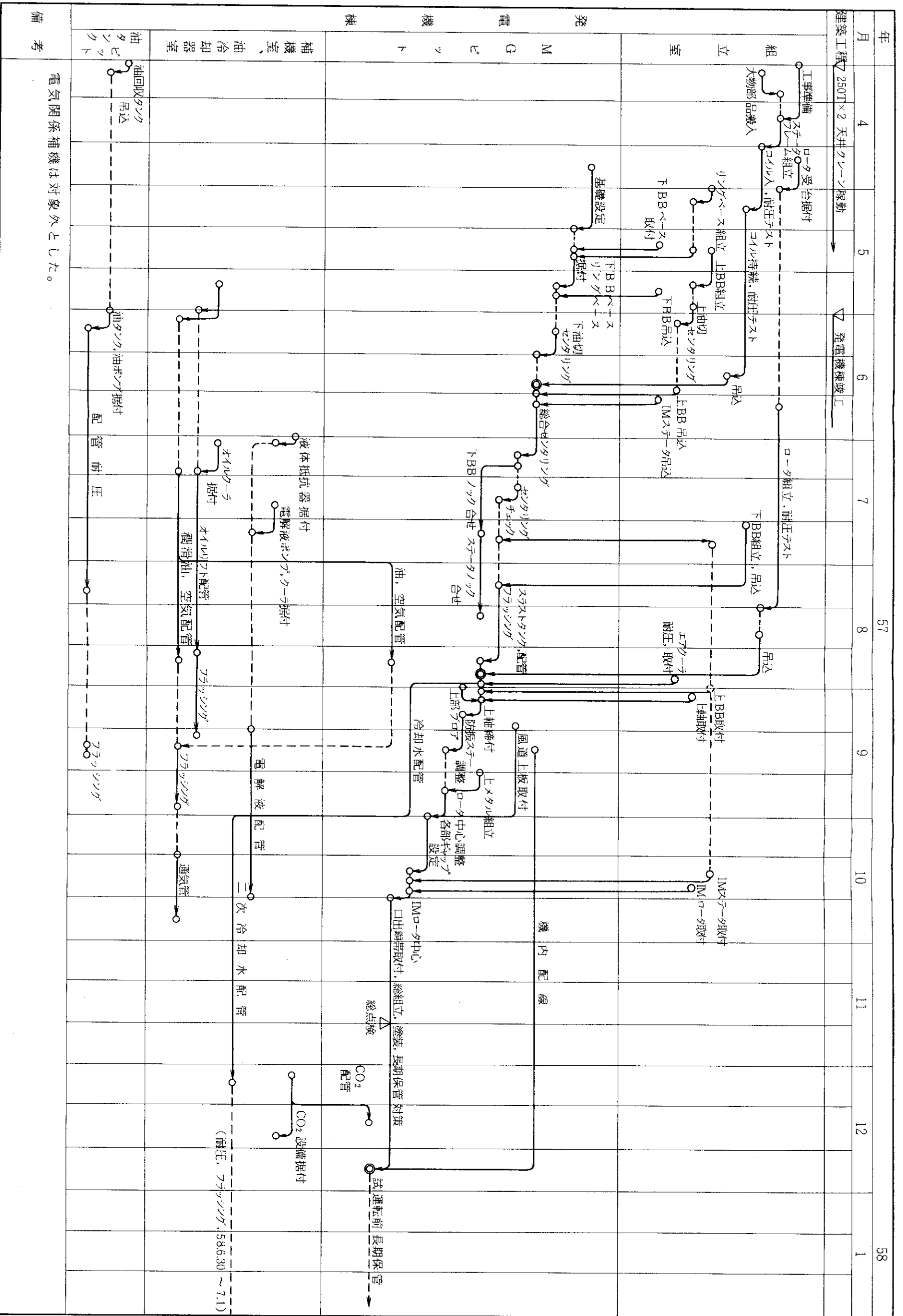
3.3.1 ~ 3.3.5 図に主要測定及び調整記録、3.5 表に大口径ボルトの締付力表を示す。

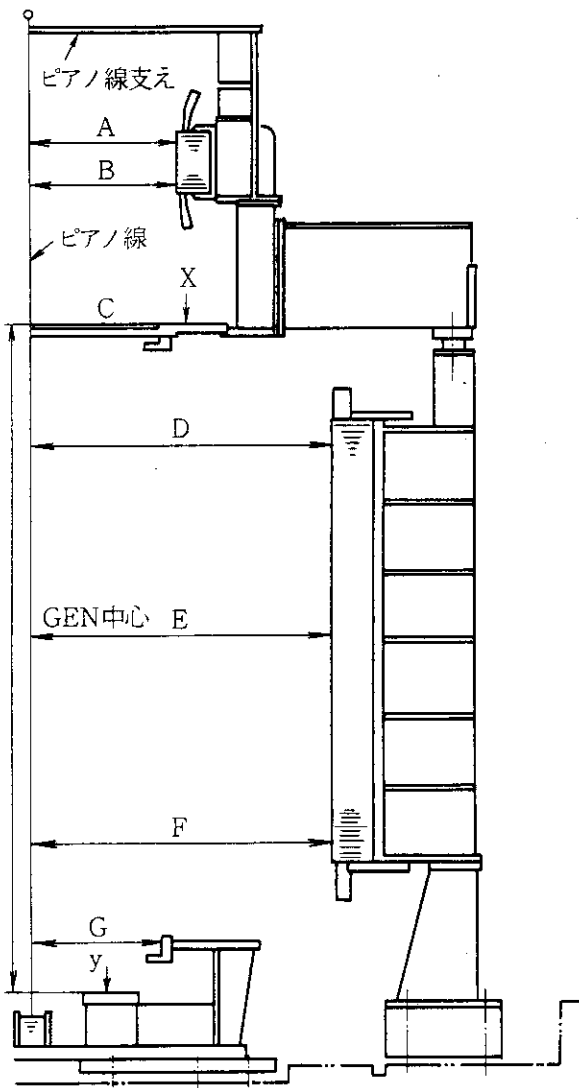
3.5 表 P 電源 MG 大口径ボルトの締付力表

{ ネジ部のまさつ係数 $\mu = 0.20$ } とした時のトルク
 { ナット座面のまさつ係数 $\mu = 0.15$ } を示す。

使用箇所	種類	大きさ	全長で測定した伸代 (mm)又は〔トルク〕	備考
ロータースポークシャフトと上部シャフト	両ネジボルト	M120×520	0.22~0.25 mm	参考トルク 3.5~4.0 ton・m
上部シャフトとコレクターシャフト	六角ボルト	M56×190	357~485 kg・m	
上部B・Bアーム	六角ボルト	M48×100	224~304 kg・m	
上部Bアームとステーターフレーム	六角ボルト	M56×200	357~485 kg・m	
回転板とスポークシャフト	六角ボルト	M48×275	224~304 kg・m	
ステーターフレーム合せ目	両ネジボルト	M48×200	224~304 kg・m	
ステーターフレームとリングベース	六角ボルト	M64×120	532~720 kg・m	
リングベース合せ目	両ネジボルト	M48×210	224~304 kg・m	
コイルブラケット締付	六角ボルト	8TM30×175	25 kg・m	
リングベース用アンカーボルト	(両ネジボルト)	M80	1060~1440 kg・m	

3.4表 JTR-60 ボロイダル磁場コイル電源電動発電機据付工程表(実績)





中心偏差 (1/100 mm)				
	実測値	偏心ベクトル	許容値	判定
A			エアギャップの5%以下 (0.25 mm)	良
B			同上	良
C			0.02 mm 以下	良
D			エアギャップの5%以下 (1.8 mm)	良
E			同上	良
F			同上	良
G			0.03 mm 以下	良

高さ (mm)			
	実測値	許容値	判定
H	6499.5	± 0.5	良

レベル (1/100 mm/m)			
	実測値	許容値	判定
X		0.05 以下	良
y		0.03 以下	良

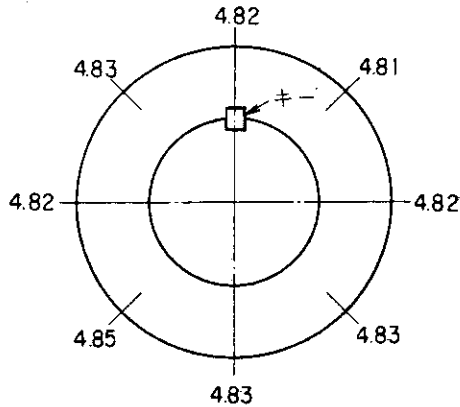
- 注 1. 実測値欄中央の矢印は、冷却塔側を示す。
 2. 偏心ベクトルの矢印長さは、成分と比例した表示をしていない。

P 電源MG

3.3.1 図 総合センタリング(コンクリート硬化後) (57.7.15)

駆動電動機エアギャップ (57. 11. 9)

単位 ; mm

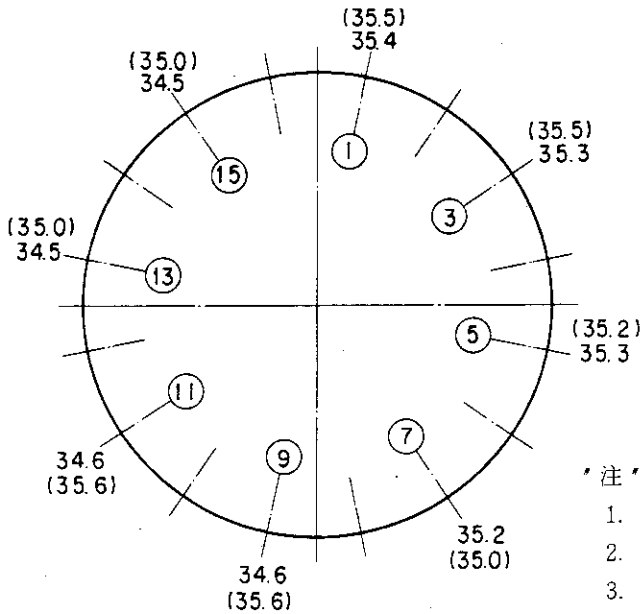


注

1. ギャップ数値は, 上部(コレクター側)を示す。
2. 図面指示エアギャップは 5 mm
3. 平均ギャップ値 ; 4.83 mm
4. 偏差値 = $\frac{5 - 4.83}{5} = 0.034 \therefore \leq 10\% \text{ OK}$
5. 不同値 = $\frac{4.85 - 4.81}{4.83} = 0.0008 \therefore \leq 10\% \text{ OK}$

発電機エアギャップ (57. 11. 24)

単位 ; mm



注

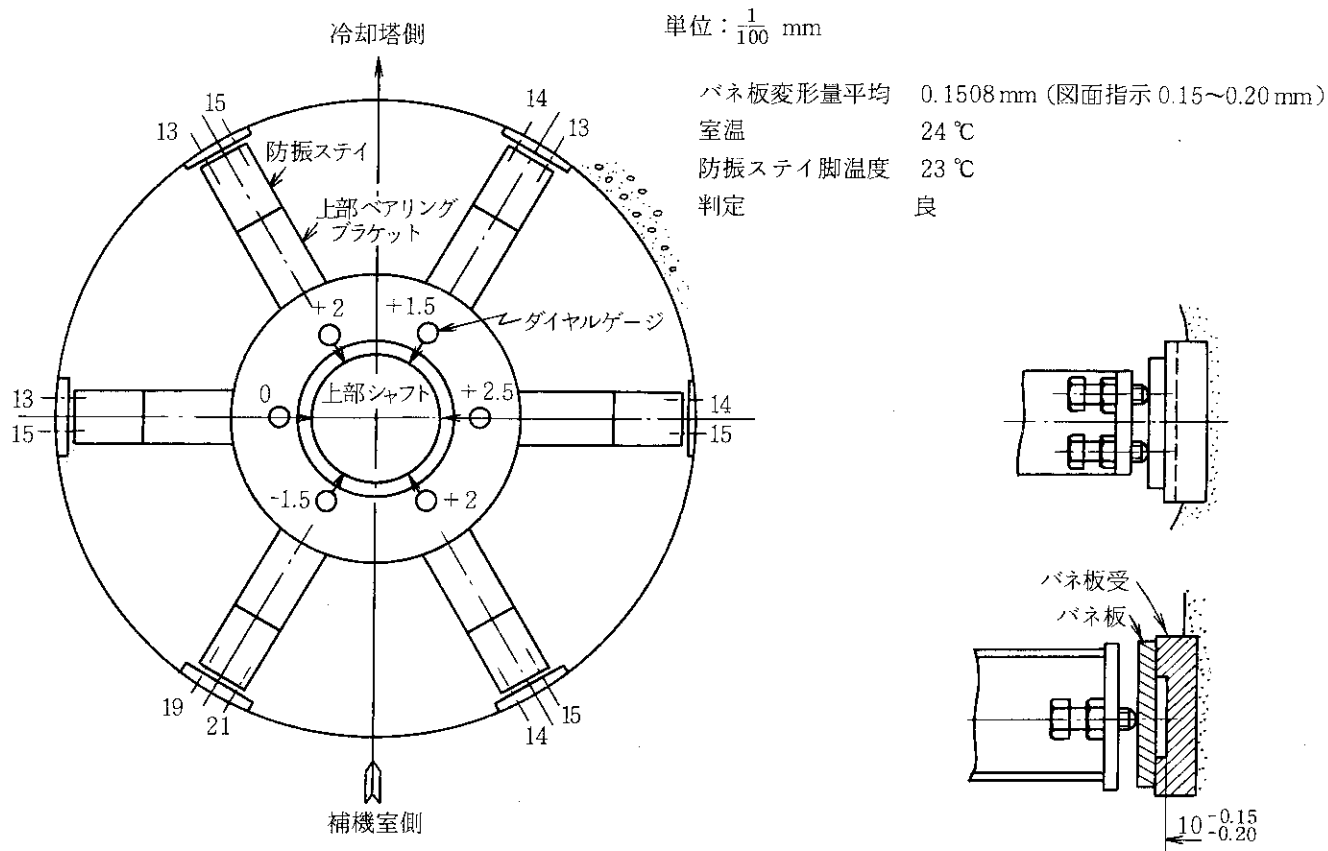
1. ○印数値は, ポールピースNoを示す。
2. 無印数値は下部側のエアギャップを示す。
3. ()内数値は, 上部(コレクター側)のエアギャップを示す。
4. 図面指示エアギャップは 36 mm
5. 平均ギャップ値 下部 ; 34.93 mm, 上部 ; 35.3 mm
6. 偏差値 下側 = $\frac{36 - 34.93}{36} = 0.03 \therefore \leq 10\% \text{ OK}$
上側 = $\frac{36 - 35.3}{36} = 0.02 \therefore \leq 10\% \text{ OK}$
7. 不同値 下側 = $\frac{35.4 - 34.5}{35.3} = 0.025 \therefore \leq 10\% \text{ OK}$
上側 = $\frac{35.6 - 35}{34.93} = 0.02 \therefore \leq 10\% \text{ OK}$

P 電源 MG

3. 3. 2 図 発電機及び駆動電動機エアギャップ測定記録

据付時 57. 9. 9 ~ 11

再設定 59. 4. 23



- “注” 1. 防振ステー外周の数値はバネ受板とバネ板間の縮み代を示す。測定はシリンダゲージ使用。
 2. ダイヤルゲージの数値は設定時を 0 とし、防振ステー調整後の読みを示す。

3. 3. 3 図 防振ステー設定記録

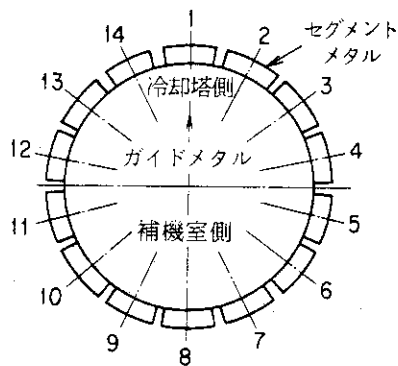
防振ステー再プリセット記録 (59. 4. 23)

防振ステー No.		据付時のプリセット量 A (mm)	再調整時のプリセット量 B (mm)	合計プリセット量 A + B (mm)
1	右	0.21	0.34	0.55
	左	0.19	0.34	0.53
2	右	0.15	0.44	0.59
	左	0.18	0.46	0.59
3	右	0.13	0.47	0.50
	左	0.15	0.35	0.50
4	右	0.14	0.38	0.52
	左	0.13	0.42	0.55
5	右	0.14	0.43	0.57
	左	0.15	0.45	0.60
6	右	0.15	0.40	0.55
	左	0.14	0.39	0.53

測定日 57. 10. 6

上部案内軸受

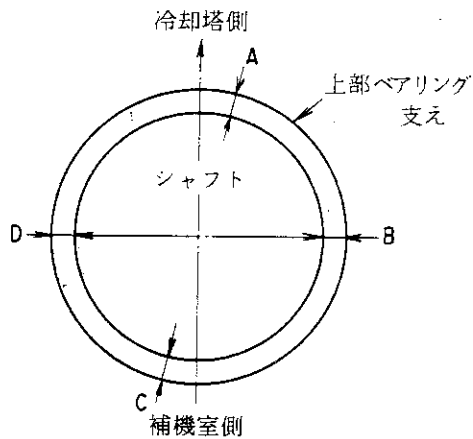
単位 1/100 mm



メタル番号	ギャップ
1	20
2	20
3	20
4	20
5	20
6	20
7	20
8	20
9	20
10	20
11	20
12	20
13	20
14	20

(図面指示ギャップ直径にて 0.4 ± 0.03) mm

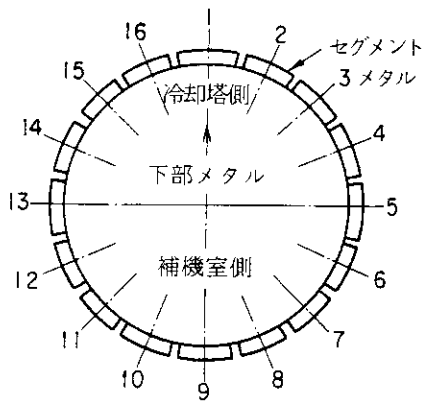
上部ベアリング支えとシャフトの間隔差異



測定位置	ベアリング No.	差異	判定
A	1, 2	1	良
B	4, 5	3	良
C	8, 9	1	良
D	11, 12	0	良

下部軸受

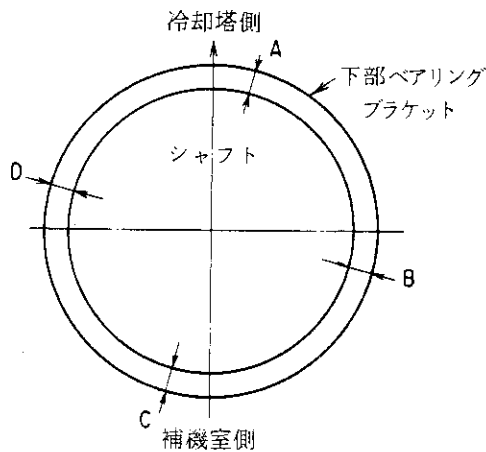
単位 1/100 mm



メタル番号	ギャップ
1	29
2	29
3	29
4	29
5	29
6	28
7	28
8	28
9	28
10	28
11	28
12	28
13	28
14	28
15	28
16	28

(図面指示ギャップ直径にて 0.56 ± 0.03) mm

下部ベアリングブラケットとシャフトの間隔



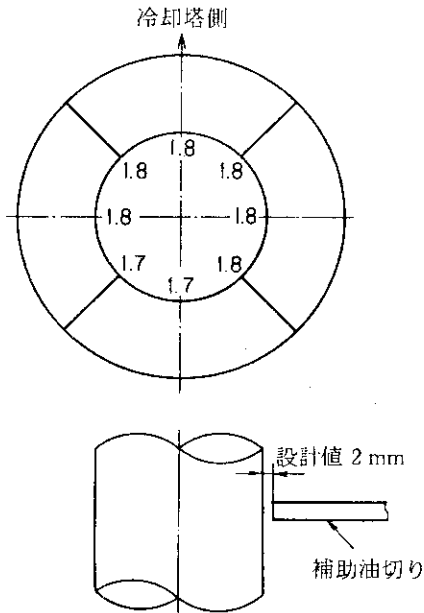
測定位置	ベアリング No.	差異	判定
A	1, 2	2.5	良
B	5, 6	3	良
C	9, 10	1.5	良
D	13, 14	0	良

P電源 MG

3.3.4 図 上部及び下部ガイドメタルギャップ調整記録

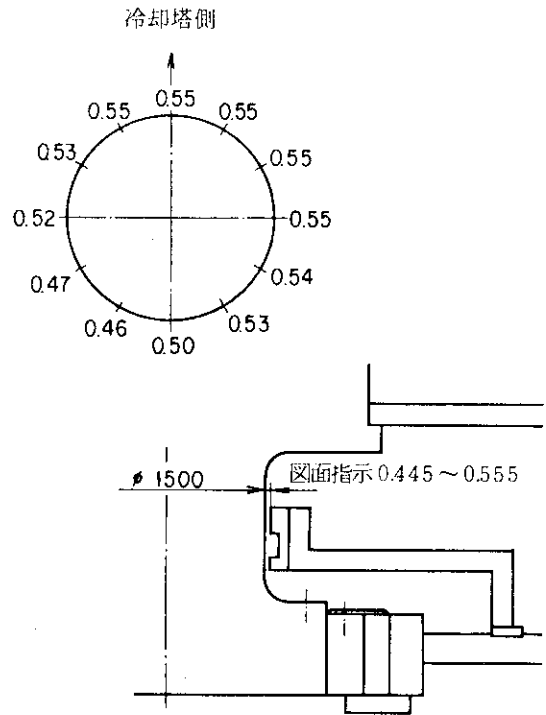
測定日 57. 10. 6

上部補助油切りギャップ (57. 11. 24)



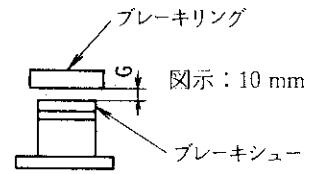
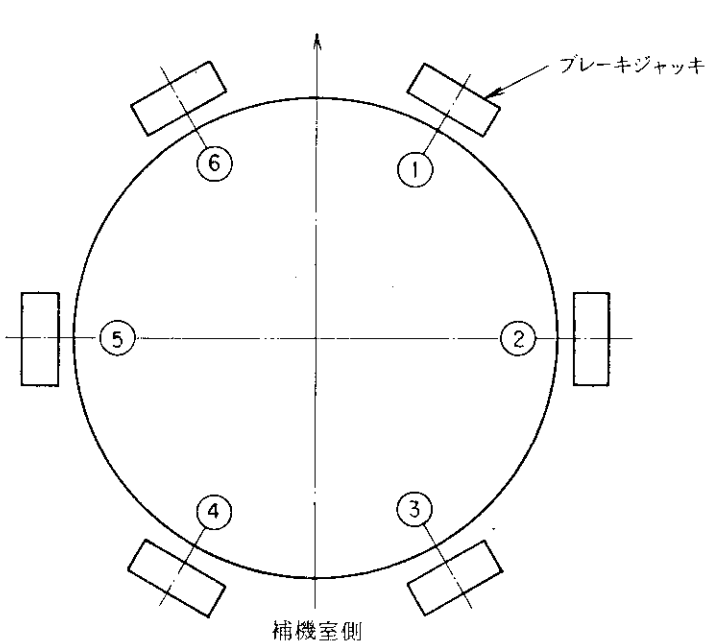
- 注 1. ギャップ平均値 1.775 mm
 2. 許容値 = $\frac{2 - 1.775}{2} = 0.1125 \leq 25\%$

下部油切りギャップ (57. 10. 15)



- 注 1. ギャップ平均値 0.525 mm
 2. 許容値 0.445 ~ 0.555 ≥ 0.525 OK

ブレーキシューとブレーキリング間のギャップ (57. 11. 24)



単位; mm

ブレーキ位置	G (ギャップ)	判定
①	9.35	良
②	9.35	良
③	9.30	良
④	9.40	良
⑤	9.30	良
⑥	9.35	良

P 電源 MG

3.3.5 図 各部ギャップ測定記録

3.3 T電源MG

3.3.1 組立手順及び工程

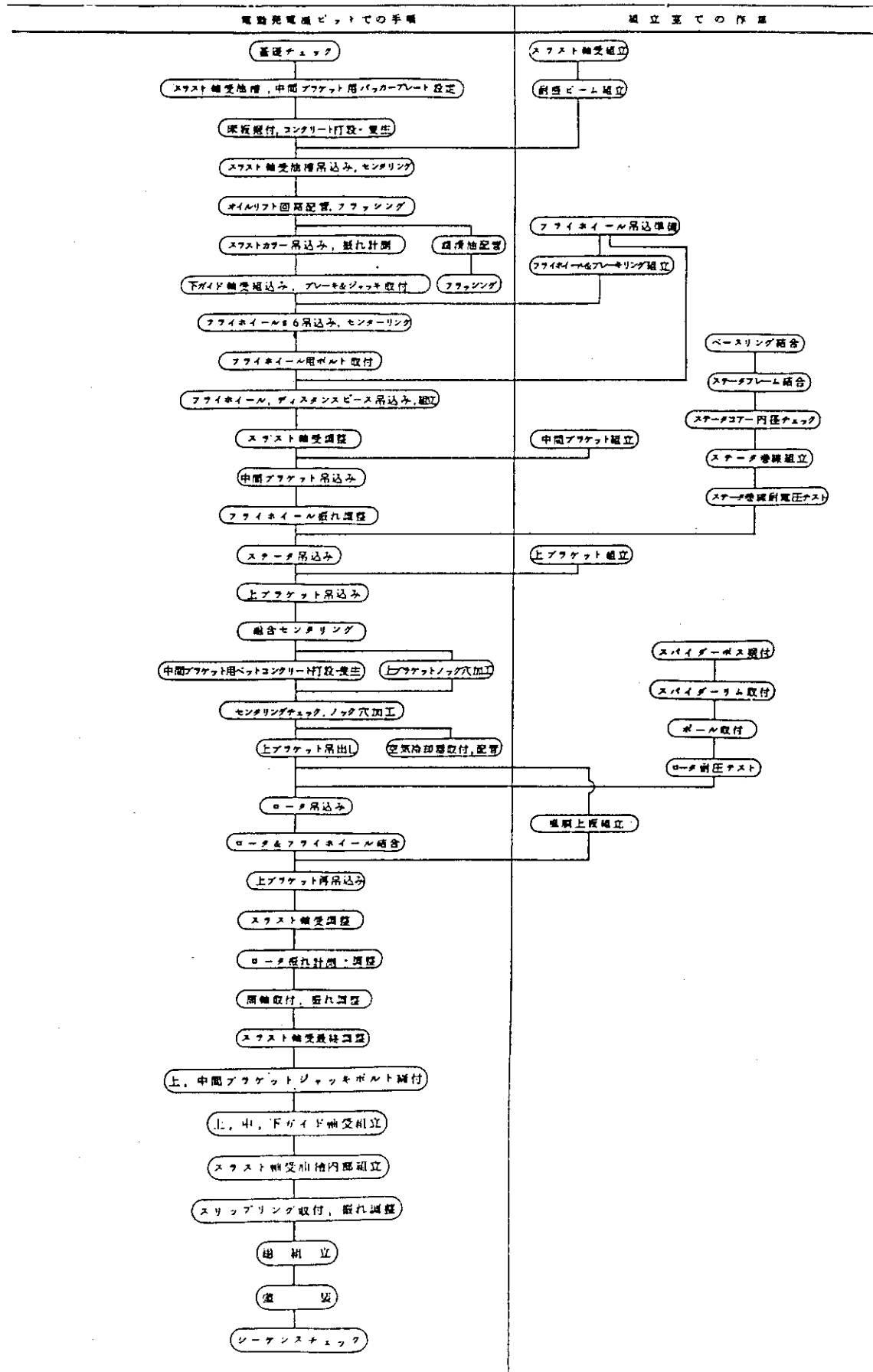
3.4 図に据付手順フローチャート、3.6 表に据付工程実績表をしめす。

3.3.2 据付上の特記事項

- (1) 総合振れ見軸心の直線度の測定法の際、主軸が最大のため推力軸受のスプリング作用により、安定せず長時間を要した。主軸の折れ曲がり測定するには、上及び下部の軸受ギャップを小さくして振れ見を行えばよい。
- (2) 二次冷却水の各部流量調整の際、上部油槽油冷管の流量指示が小さいのでポットメータを挿入して試験した結果、流量計前後に径違いフランジを直接使用しておりこれが指示不良の原因であることが判明し、レジュースと交換し良好な結果を得たので他の熱交換器用の流量計（ASEA製）も同様に改造を行なった。

3.3.3 主要測定記録及び各部ボルト締付力

3.5.1 ~ 3.5.5 図に主要測定及び調整記録、3.7 表にボルト締付力表を示す。

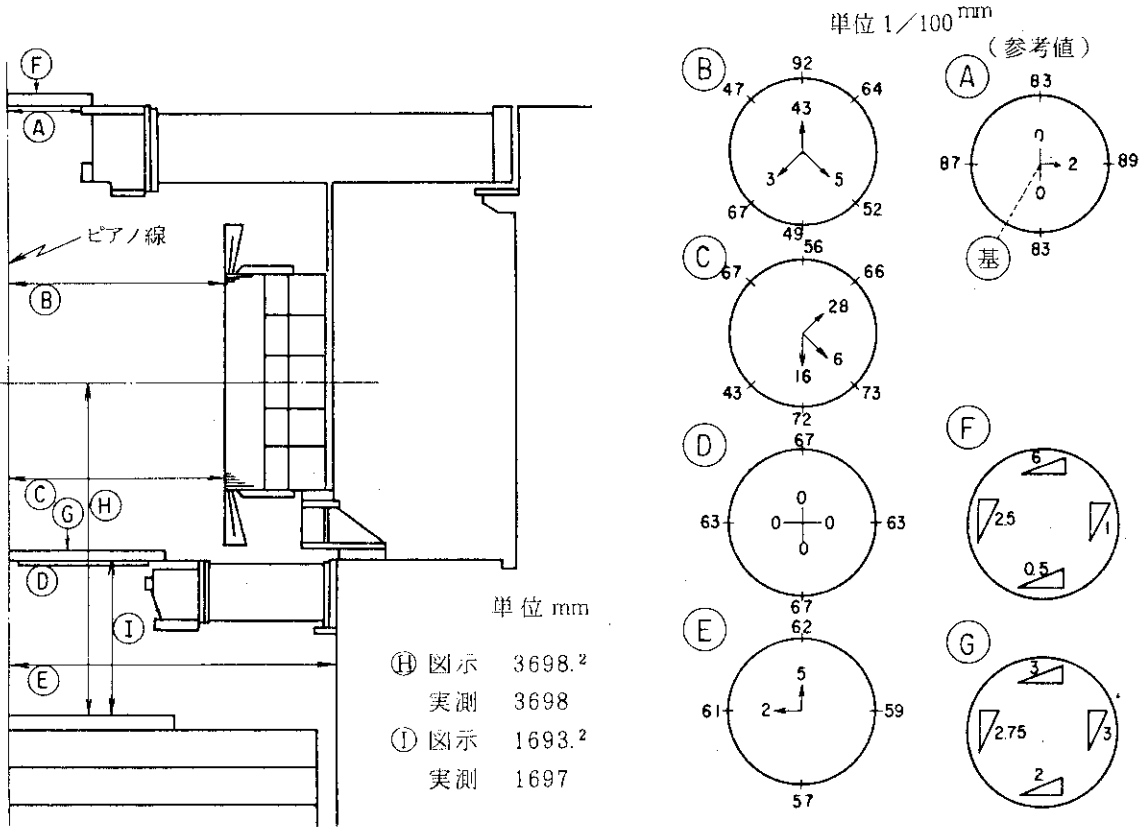


3.4 図 T電源MG

電動発電機現地据付手順チャート

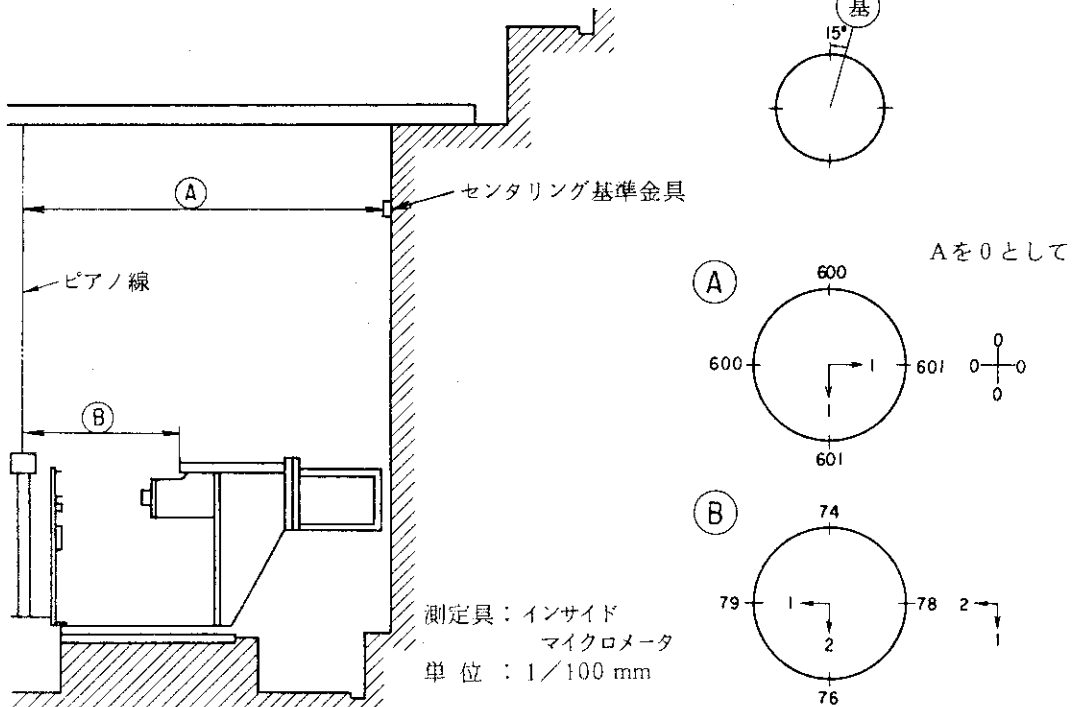
3.6表 JT-60 トロイダル磁場コイル電源電動発電機据付工程表(実績)

年	4	5	6	7	8	9	10	11	12	59				
月										1				
関連工程	工事準備	大物部品搬入	組立スタータ耐圧テスト(分割片)	ロータ組立, 耐圧テスト	上BB組立, 吊込	上BB吊出	吊込	エアクーラ耐圧, 取付	筒軸吊込	機内配線	組立	立	点検, 清掃	試運転
発電機	ピット内整備	FBB, スタータ基礎設定	FBB組立吊入	FBB吊出	吊込	吊込	吊込	吊込	吊込	吊込	吊込	吊込	吊込	吊込
電動機														
棟														
備考	電気関係補機は対象外とした。													



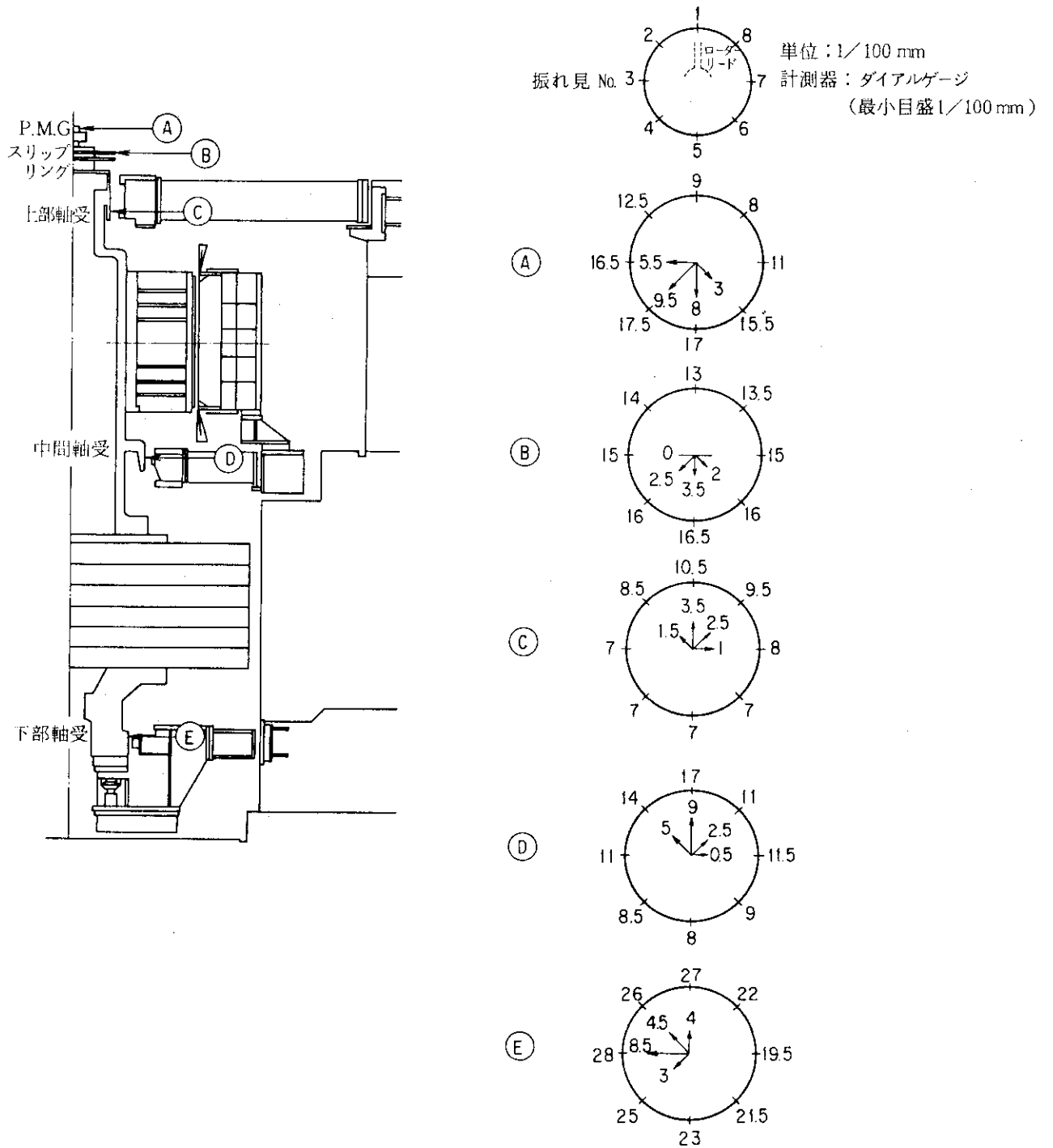
注：上部ブラケットは仮センタリングであり、ロータ挿入後に再センタリングを行う。

スラスト軸受油槽センタリング (58.6.14)



3.5.1 図 T電源 MG

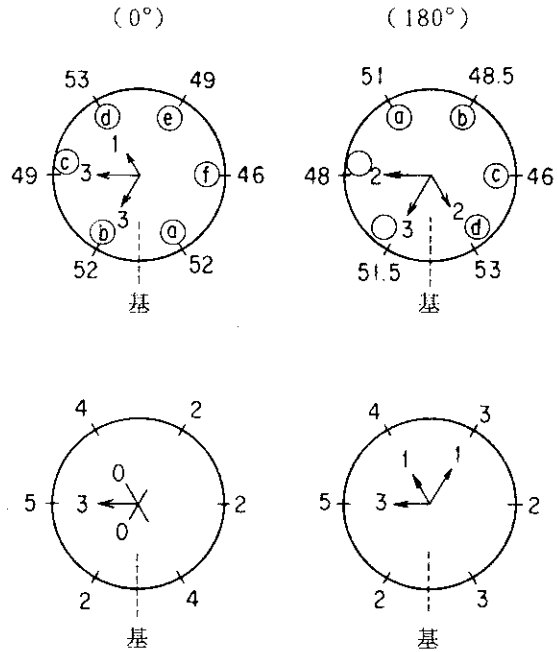
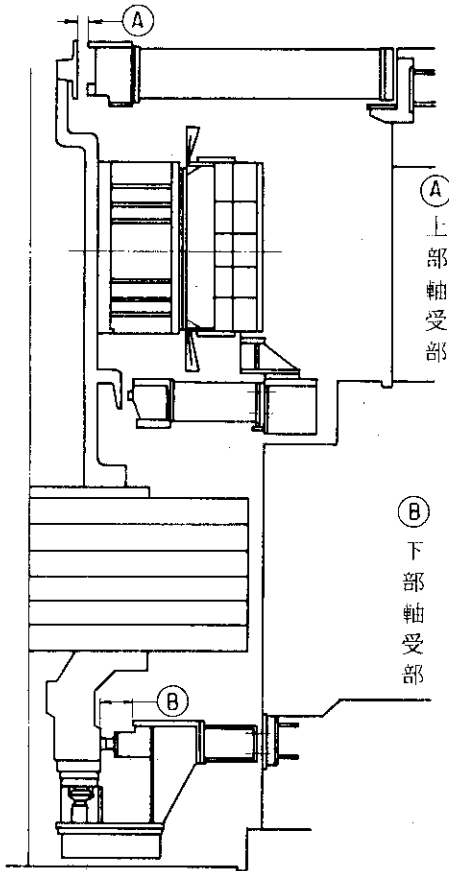
ステータ及びスラスト油槽センタリング記録 (コンクリート硬化板)
ステータセンタリング (58.8.26)



3.5.2 図 T電源MG
総合軸振れ見 (再組立時) (59.9.8)

スラスト水平値

測定器：ダイヤルゲージ
単位：1/100 mm

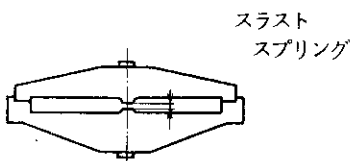


水平

- Ⓐ~Ⓓ 方向 $\frac{1-3}{4} = 0.5$
- Ⓑ~Ⓔ 方向 $\frac{3+4}{4} = 1.75$
- Ⓒ~Ⓕ 方向 $\frac{1}{4} = 0.25$

測定器：テンバシツネスゲージ
単位：mm, Ton.

スラスト荷重分担



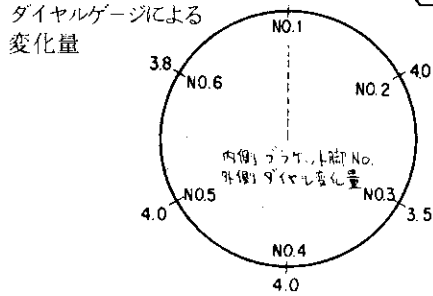
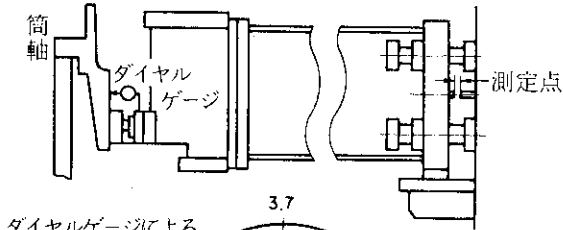
スラスト No.	A 部 寸 法 (mm)			換算係数 (Ton/mm)	実負荷々重 (Ton)	平均負荷々重に対するバラツキ(%)
	無負荷時	負荷時	タワミ量			
1	7.97	5.15	2.82	35.21	99.29	- 0.09
2	7.96	5.12	2.84	35.34	100.37	+ 1.00 (最大)
3	7.98	5.16	2.82	35.09	98.95	- 0.43
4	7.97	5.14	2.83	34.97	98.97	- 0.41
5	7.96	5.13	2.83	35.34	100.01	+ 0.64
6	7.95	5.15	2.80	35.09	98.25	- 1.13
7	7.96	5.14	2.82	35.34	99.66	+ 0.28
8	7.97	5.13	2.84	35.21	100.00	+ 0.63
9	7.97	5.13	2.84	35.34	100.37	+ 1.00 (最大)
10	7.93	5.14	2.79	35.09	97.90	- 1.49 (最小)

平均実負荷々重 = 99.377 Ton
(実負荷々重 = A部タワミ量 × 換算係数)

3.5.3 図 T電源MG

推力軸受調整記録 (再組立時) (59.4.18)

上部防振ステー



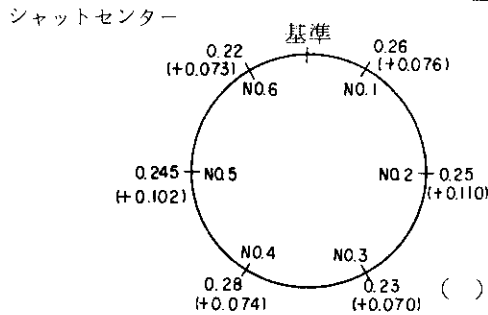
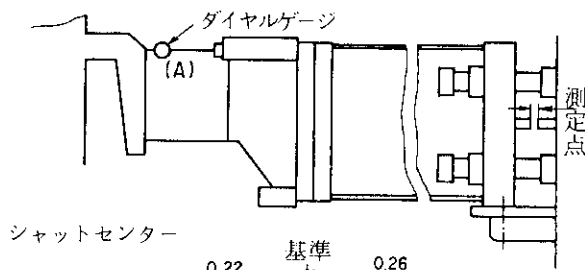
58. 11. 1

変化量 (図示 $0.50^{+0.10}_0$)

ブラケット脚 No.	初期間隙	最終間隙	変化量	温度 (°C)		
				コンクリート	ベット	脚
1	108	168	60	18.5	17.5	17.5
2	104	163	59			
3	131	191	60			
4	141	200	59	16.5	16.5	16.5
5	125	185	60			
6	131	190	59			

測定具 テーパゲージ, 単位 1/100 mm

中間防振ステー



59. 4. 19

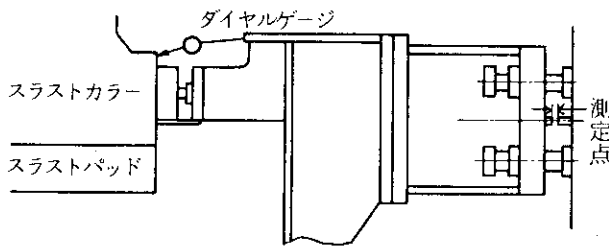
変化量 (図示 $0.53^{+0.10}_0$)

ブラケット脚 No.	初期間隙	最終間隙	変化量	温度 (°C)		
				コンクリート	継脚	脚
1	47	201	54	17	16	16
2	36	191	55			
3	18	173	55			
4	101	157	56			
5	131	186	55			
6	142	196	54			

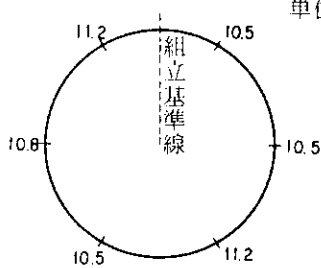
測定具 テーパゲージ, 単位 1/100 mm

()内はダイヤルゲージによる変化量

下部防振ステー

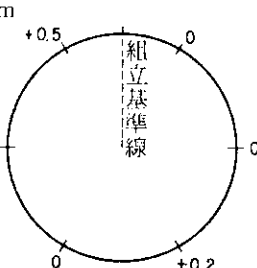


ダイヤルゲージに依る変化量
スラスト部



ダイヤルゲージに依る軸移動測定
中間軸受部にて測定

単位 0.01 mm



58. 10. 20

変化量 (図示 $0.34^{+0.10}_0$)

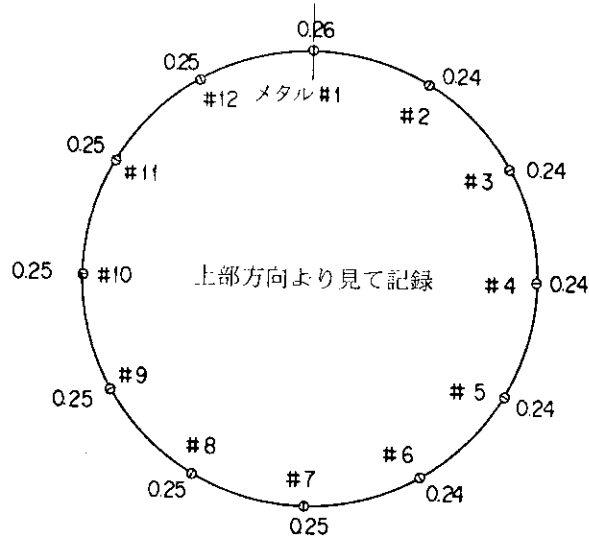
ブラケット脚 No.	初期間隙	最終間隙	変化量	温度 (°C)		
				コンクリート	ベッド	脚
1	89	124	35			
2	118	152	34			
3	108	142	34	21	21	21
4	109	143	34			
5	126	160	34			
6	141	176	35	22	22	21.5

測定具 テーパゲージ, 単位 1/100 mm

3. 5. 4 図 T 電源 MG

防振ステー設定記録

上部案内軸受



58. 11. 1

単位 mm

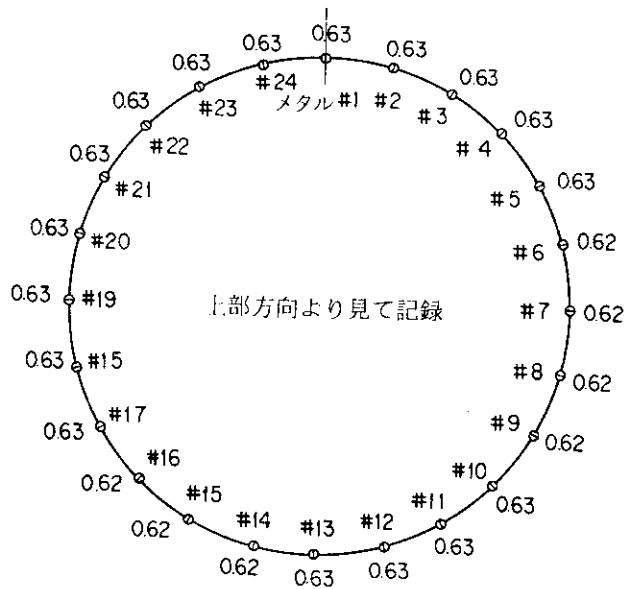
温度

軸 16°C

軸受台 15°C

中間案内軸受

設計値
0.62~0.64



59. 4. 19

(再設定時)

単位 mm

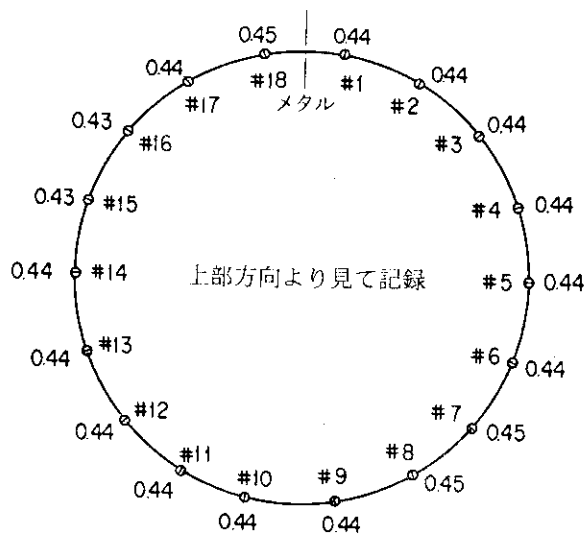
温度

軸 16°C

軸受台 17°C

下部案内軸受

設計値
0.43~0.45



59. 4. 11

(再組立後)

単位 mm

温度

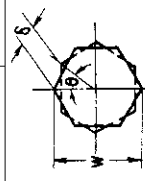
軸 17°C

軸受台 16°C

3. 5. 5 図 T 電源 MG
案内軸受間隙設定記録

3.7表 T電源MG各部ボルト締付力表

ボルト用途	ボルトサイズ (材質)	締付応力 (kg/mm ²)	伸び (mm)	締付トルク (kg/cm)	回転角の長さ δ (mm)	ボルト用途	ボルトサイズ (材質)	締付応力 (kg/mm ²)	伸び (mm)	締付トルク (kg/cm)	回転角の長さ δ (mm)
基礎ボルト	スラスト ブラケット	15~18	0.139~ 0.167	16300~ 19500	7.246~ 8.695	ロータリー シャフト スベイダー取付	M12096 (SR55H)	17~20	常温時 0.17~0.20 加熱時 0.40~0.47	501500~ 590000	—
	中間ガイド ブラケット	"	0.144 0.173	10100~ 12000	7.144 8.573		M48 (SCM435)	15~18	0.56~ 0.67 0.60~	24500~ 29300	—
	ステータ用 下部	"	0.215	120900~ 145100	12.443~ 14.932		M36 (SCM236)	4~5	—	2760~ 3450	0.62~ 0.77
	防振ステー用 中間	"	0.173	10100~ 12000	7.144~ 8.573		M24 (SCM435)	14~17.5	—	9660~ 12100	2.17~ 2.71
	防振ステー用 上部	15~18	0.138~ 0.166	10100~ 12000	6.887~ 8.264		M24 (SCM435)	15~18	—	2900~ 3480	1.74~ 2.09
	防振ステー用 下部	5~6	0.031~ 0.037	19750~ 23700	1.77~ 2.11		M24 (SCM435)	"	—	"	1.42~ 1.71
	ベース取付用	15~18	0.113~ 0.136	24400~ 29000	6.13~ 7.35		M24 (SNC236)	"	—	"	—
	合せ目用	5~6	0.019~ 0.023	5400~ 6490	1.005~ 1.206		M24 (SNC236)	"	—	"	—
	取付用	18~21	0.065~ 0.075	6930~ 8090	2.669~ 3.113		M24 (SNC236)	"	—	2900~ 3480	—
	ベアリング フレーム取付用	15~18	0.084~ 0.101	24380~ 29260	4.576~ 5.49		M36 (SNC236)	15~18	—	10350~ 12420	2.87~ 3.44
ステーター フレーム	取付用	15~18	0.058~ 0.070	24380~ 29260	3.150~ 3.780	ロータリー シャフト スベイダー取付	M56 (BSBMD2)	12~15	—	31400~ 39300	—
	取付用	5~6	0.014~ 0.017	3370~ 4050	0.698~ 0.838		M24 (BSBMD2)	12~15	—	2320~ 2900	—
	上部ガイド ブラケット	15~18	0.058~ 0.070	16300~ 19500	3.057~ 3.668		M36 (S30CN)	15~18	—	10400~ 12400	—
	中間ガイド ブラケット	30~32	2.84~ 3.03	2.105×10 ⁵ ~ 2.246×10 ⁵	—		M24 (BSBMD2)	12~15	—	2320~ 2900	—
	ステータ用 下部	"	0.215	120900~ 145100	12.443~ 14.932		M36 (S30CN)	15~18	—	10400~ 12400	—
	防振ステー用 中間	"	0.173	10100~ 12000	7.144~ 8.573		M24 (BSBMD2)	12~15	—	2320~ 2900	—
	防振ステー用 上部	15~18	0.138~ 0.166	10100~ 12000	6.887~ 8.264		M36 (S30CN)	15~18	—	10400~ 12400	—
	防振ステー用 下部	5~6	0.031~ 0.037	19750~ 23700	1.77~ 2.11		M24 (BSBMD2)	12~15	—	2320~ 2900	—
	ベース取付用	15~18	0.113~ 0.136	24400~ 29000	6.13~ 7.35		M36 (S30CN)	15~18	—	10400~ 12400	—
	合せ目用	5~6	0.019~ 0.023	5400~ 6490	1.005~ 1.206		M24 (BSBMD2)	12~15	—	2320~ 2900	—



(備考) 回転角の長さ

3.4 加熱用 MG

3.4.1 組立手順及び工程

3.6 図に組立フロー概略図, 3.8 表に据付工程実績表を示す。

3.4.2 据付上の特記事項

(1) 基礎二次コンクリート

建家工事中は MG の発注が未決定で, MG 本体及び補機の基礎寸法が不明のため, 各基礎部分を必要最小限に箱抜きとし, 機器受注者に後打ちコンクリートとして施工させることとし, MG ピットについては 3.7 図の図部に示す通り打ち残すこととした。一次コンクリートの際打継ぎ面に差し筋ができなかったため, $\phi 25$ のケミカルアンカーを打ち込んだが, これに先立ってアンカーの引き抜き試験を行ない, 強度を確認した。

ケミカルアンカー仕様

棒鋼 (SD35)	425
埋込長さ	300
ピッチ	400×400 及び 600×600

引抜き試験は床, 壁各 5 本実施し, 設計仕様 5 t/本に対し何れも 21 t/本以上であった。

(頭部に加工した M24 ねじ部で破断)

コンクリート品質管理については, サンプル採取による強度試験を実施し, 原研がこれに立ち会った。

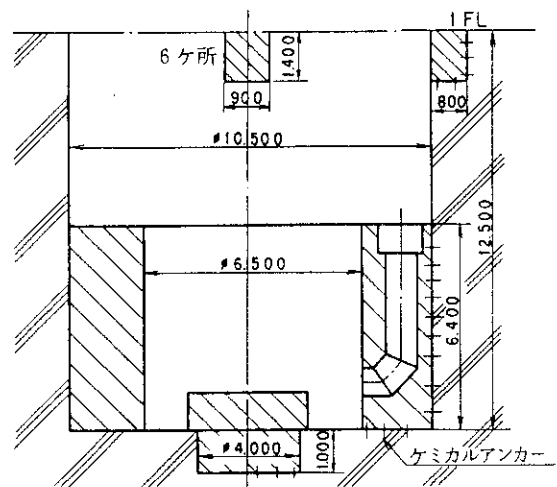
(2) 機器据付

通常の据付手順とは逆にロータを吊り込んだ後, ステータの据付センタリングを打った。また, T 電源 MG と同様に 3 軸受構造であり推力軸受のスプリング作用を考慮して, 総合軸振れの測定では上下軸受の隙を 0.01~0.02 mm としフラツキを少なくして, 実施し工程の短縮を計った。

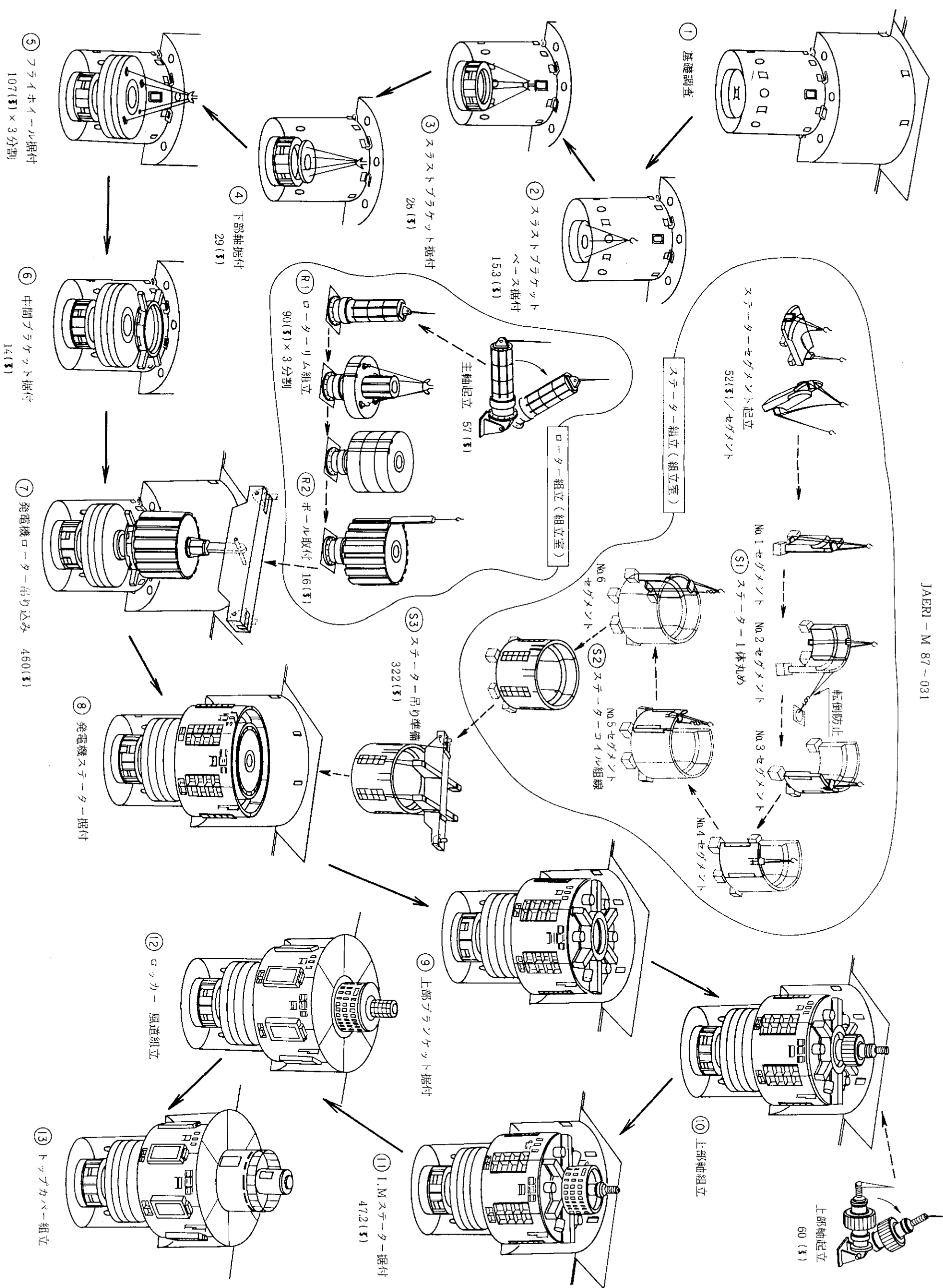
フライホイール及び上部軸の締付では, 専用のボルト加熱ヒーターを使用し狭い場所での作業が容易となった。

3.4.3 主要測定記録及び各部ボルト締付力

3.8.1 ~ 3.8.8 図に主要測定及び調整記録, 3.9 表に各部締付ボルトトルク管理表を示す。



3.7 図 MGピット二次コンクリート

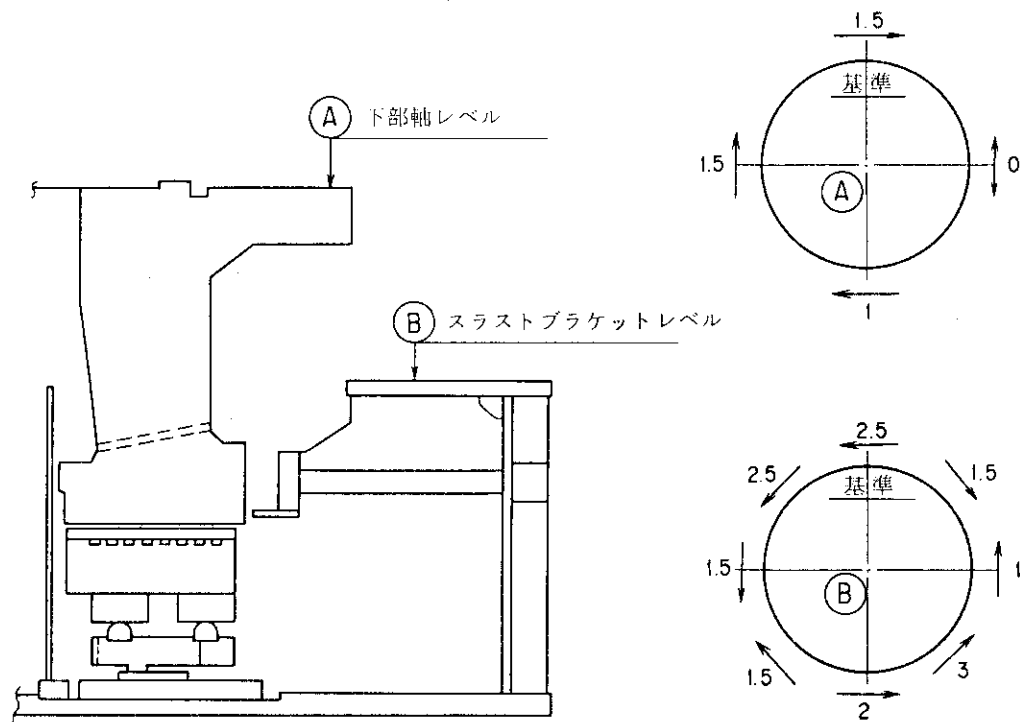


3.6 図 加熱用 MG
フライホイール付電動発電機据付フロー概略図

3.8表 JT-60 加熱用発電設備電動発電機据付工程表 (実績)

年	58	59											
月	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
関連工程	P電源 MG模擬負荷コイル通電中	T電源 MG試運転											
組立室	工事準備	ステータ、フレーム組立	ステータコイル接続、耐圧テスト	ロータ組立、耐圧テスト	下部細吊込吊込	吊込	上BB組立吊込	エアクーラ耐圧テスト	IMステータ吊込	風道上板組立取付			
M	下BBステータベース設定	FBB, 下部軸吊込	ロータベース吊付	ロータベース吊付	ロータベース吊付	ロータベース吊付	ロータベース吊付	ロータベース吊付	ロータベース吊付	ロータベース吊付	ロータベース吊付	ロータベース吊付	ロータベース吊付
G	下BB床板据付	下BB板据付	中BBベース吊出	中BBベース吊付	中BBベース吊付	中BBベース吊付	中BBベース吊付	中BBベース吊付	中BBベース吊付	中BBベース吊付	中BBベース吊付	中BBベース吊付	中BBベース吊付
機棟	油冷却器室	油ポンプ、オイルクーラ、オイルリフラ	潤滑油配管	二次冷却水配管	防塵プロテクト空気配管	ベース据付	液体抵抗器据付	CO ₂ 配管	耐圧フラッシュング	耐圧フラッシュング	耐圧フラッシュング	耐圧フラッシュング	耐圧フラッシュング
機棟	MGピット	足場架、タミカハシカ-打、壁面荒し	据付用架台	アンカーボルト、通風ダクト配管	型枠、コンクリート	型枠、コンクリート	型枠、コンクリート	型枠、コンクリート	型枠、コンクリート	型枠、コンクリート	型枠、コンクリート	型枠、コンクリート	型枠、コンクリート
備考	電気関係補機は対象外とした。												

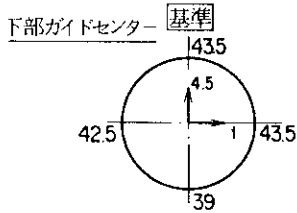
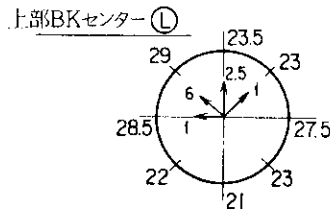
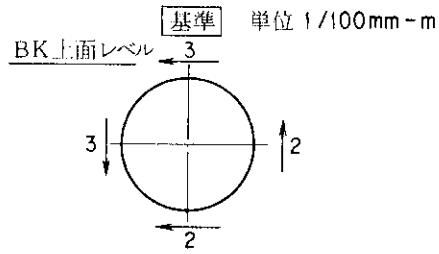
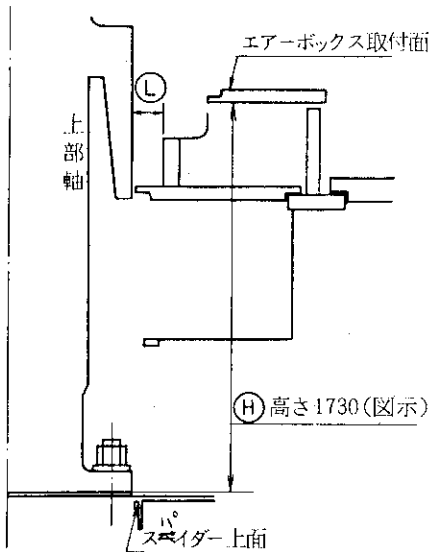
単位 $1/100^{\text{mm}} = \text{m}$



加熱用MG

3.8.1 図 下部ブラケット及び下部軸の水平記録 (59.1.11)

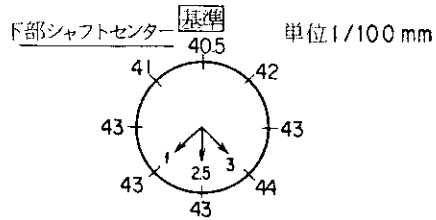
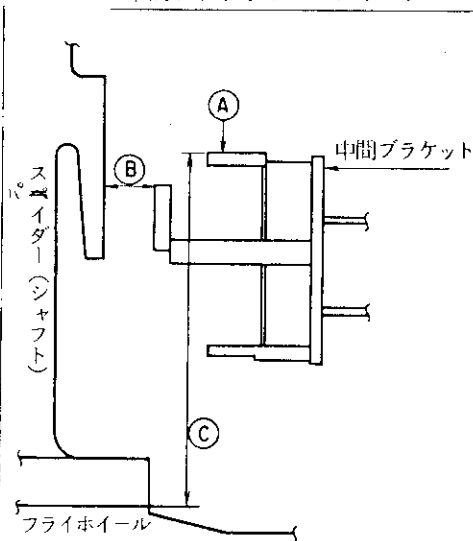
上部ブラケットセンタリング (59.5.20)



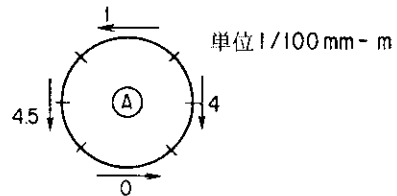
高さ (H) 実測 1729.7 mm

中間ブラケットセンタリング

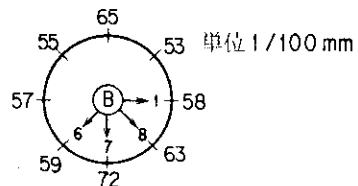
(59.4.3)



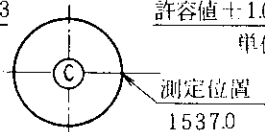
(A) ブラケット上面レベル(許容値5/100 mm-m以内)



(B) センター(スライダ, ブラケット間)(許容値10/100 mm以内)



(C) 高さ(フライホイール上面よりブラケット上面)
図示 1573 許容値 ±1.0 mm 以内
単位 mm



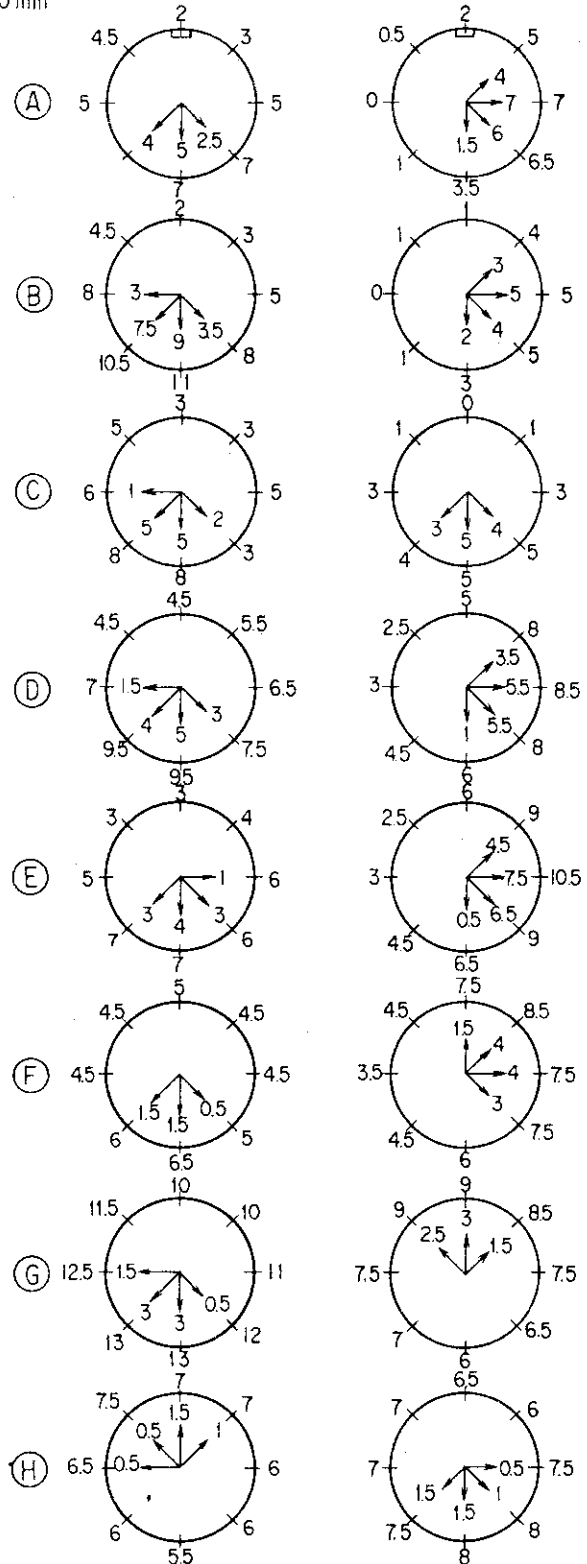
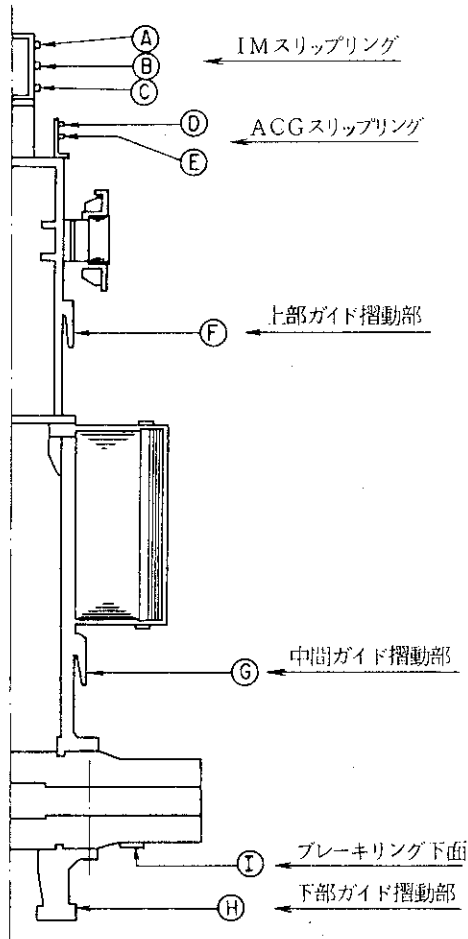
加熱用 MG

3.8.2 図 上部及び下部ブラケットセンタリング記録

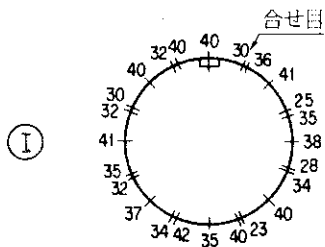
上部及び下部ガイド部固定

中間及び下部ガイド部固定

単位 1/100mm



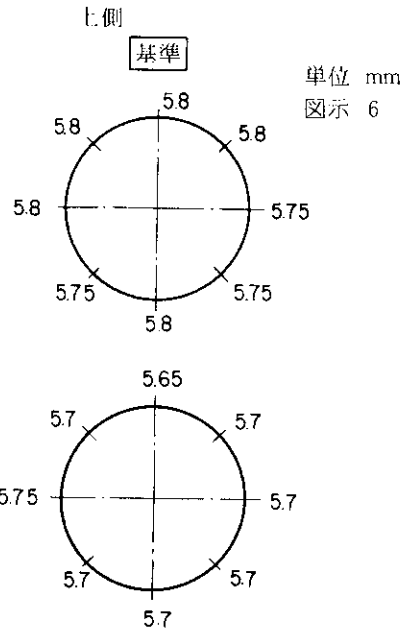
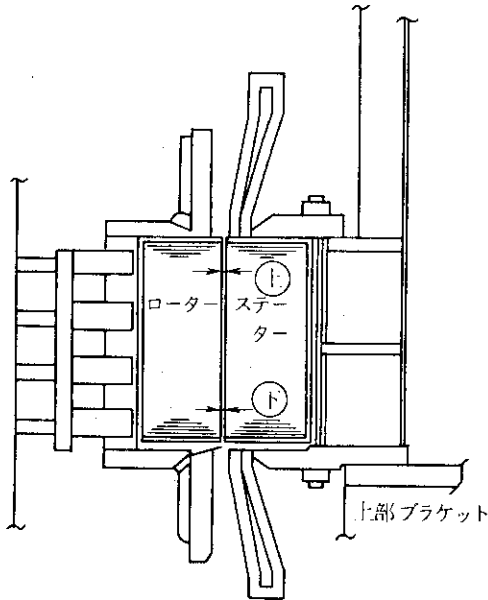
上部及び下部ガイド部固定



加熱MG

3.8.3図 総合軸振れ見記録 (59.5.21)

駆動電動機 (59.6.15)



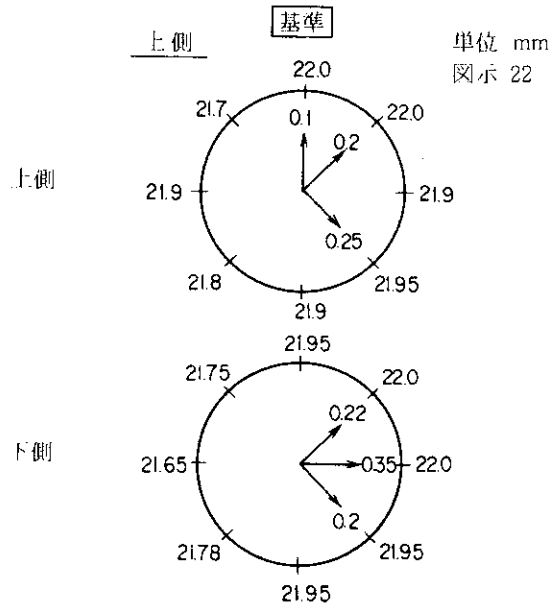
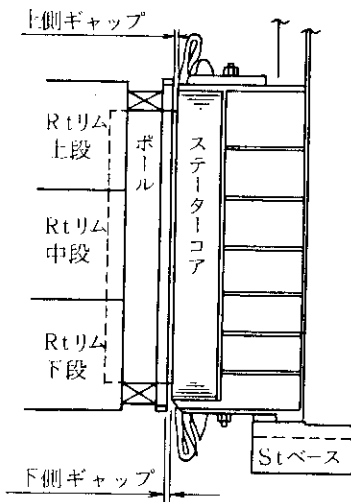
不同 上側 $\frac{5.8 - 5.75}{5.78} \times 100 = 0.9\%$

偏差 上側 $\frac{6.5 - 5.78}{6.0} \times 100 = 3.66\%$

下側 $\frac{5.75 - 5.65}{5.7} \times 100 = 1.9\%$ (許容値10%)

下側 $\frac{6.0 - 5.7}{6.0} \times 100 = 5.0\%$ (許容値10%)

電動発電機 (59.3.31)



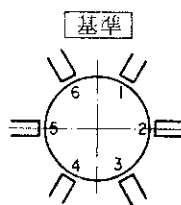
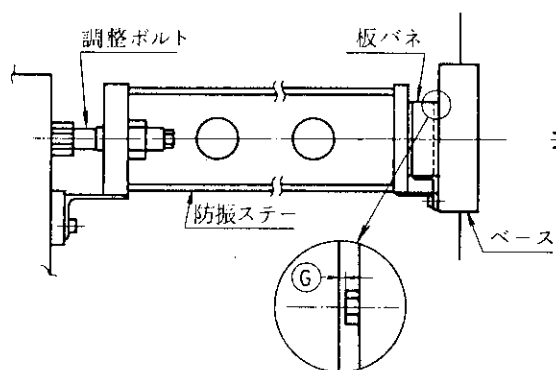
不同 = $\frac{\text{最大} - \text{最小}}{\text{平均}} \times 100$ 上側 1.37% 下側 1.59% (許容値 10%)

偏差 = $\frac{\text{図示} - \text{平均}}{\text{図示}} \times 100$ 上側 1.37% 下側 0.6% (許容値 10%)

加熱用 MG

3.8.4 図 発電機及び駆動電動機エアギャップ測定記録

上部防振装置荷重調整記録 (再調整後) (59.12.27)

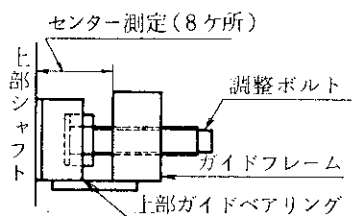


板バネプリロード設定値 (図示 0.2 ± 0.02) mm

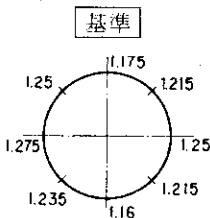
防振ステー No	加重前 (G)	加重後 (G)	板バネたわみ
1	1.94	1.68	0.26
2	2.11	1.85	0.26
3	2.04	1.79	0.25
4	2.09	1.84	0.25
5	2.04	1.78	0.26
6	1.96	1.72	0.24

(0.20 → 0.25 に変更)

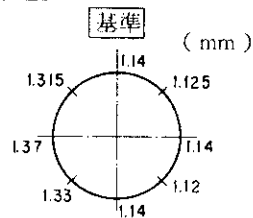
シャフトセンター



加重前



加重後



(mm)

上部案内軸受廻り組立記録 (59.12.28)

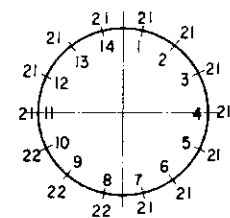
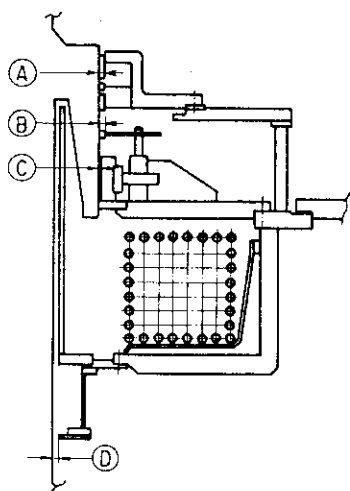
単位 1/100 mm

◎ ガイドベアリングギャップ

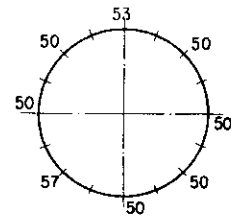
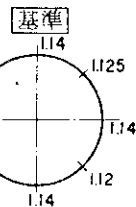
◎ エアーボックスギャップ

基準 図示 0.225 ~ 0.275

基準 図示 0.5 ~ 0.79 mm

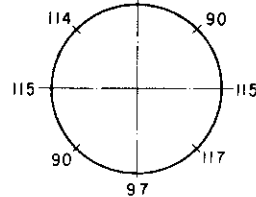


シャフトセンター



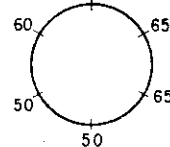
◎ オイルカバーギャップ

基準 図示 0.9 ~ 1.19 mm



◎ シールギャップ

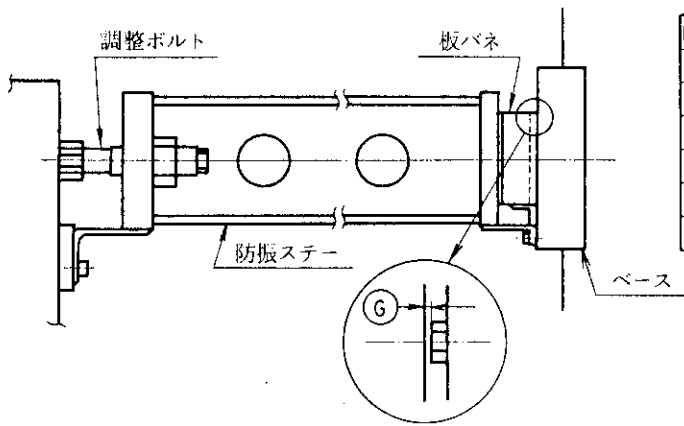
0.5 ~ 1.0 mm



加熱用 MG

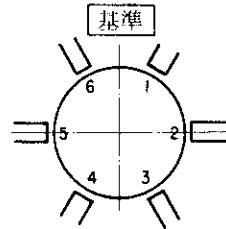
3.8.5 図 上部防振ステー及び上部案内軸受設定記録

中間防振ステー設定記録 (59.5.30)



板バネプリロード設定値 0.2 ± 0.02 mm

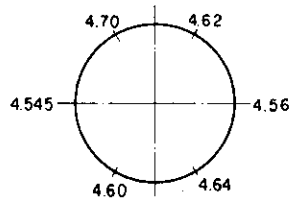
防振ステー No.	加重前 (G)	加重後 (G)	板バネたわみ
1	1.92	1.71	0.21
2	1.75	1.53	0.22
3	1.90	1.68	0.22
4	1.97	1.75	0.22
5	1.71	1.51	0.20
6	1.89	1.67	0.22



シャフトセンター

加重前

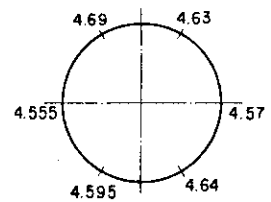
基準



単位 mm

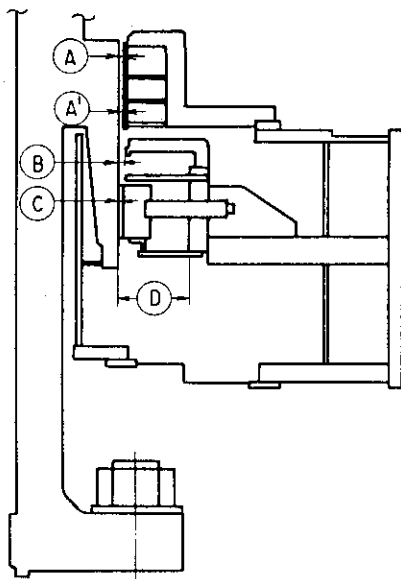
加重後

基準



中間案内軸受廻り組立記録 (59.6.1~15)

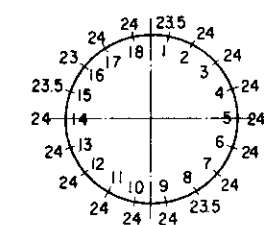
単位 1/100 mm



Ⓒ ベアリングギャップ

図示 22.5 ~ 27.5

基準

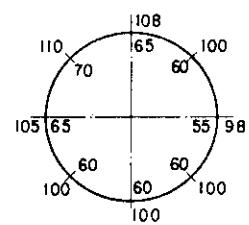


Ⓐⓧ エアボックスギャップ

Ⓐ 外周 90 ~ 122 (図示)

ⓧ 内周 50 ~ 82.8 (図示)

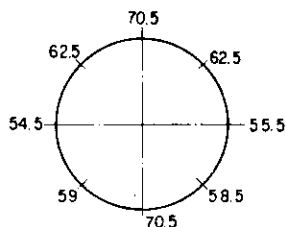
基準



Ⓓ シャフトセンター

(ベアリングギャップ設定時)

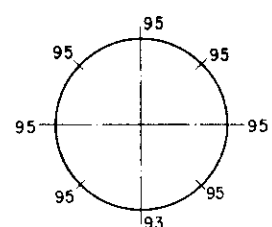
基準



Ⓑ オイルカバー

図示 90 ~ 122.8

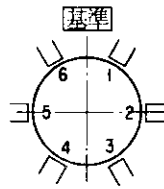
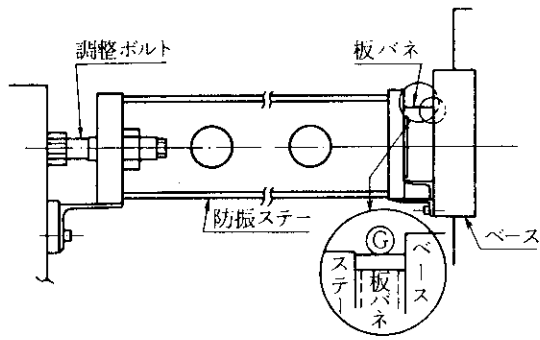
基準



加熱用 MG

3.8.6 図 中間防振ステー及び中間案内軸受設定記録

下部防振ステー設定値 (59.5.24)

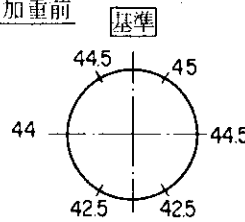


板バネプリロード設定値 (図示 20 $\times 10^{-2}$) mm

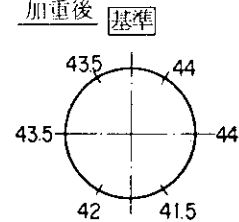
防振ステー No.	加重前 (G)	加重後 (G)	板バネたわみ
1	2.06	1.84	0.22
2	2.23	2.03	0.20
3	2.16	1.94	0.22
4	2.40	2.19	0.21
5	2.29	2.07	0.22
6	2.49	2.29	0.20

シャフトセンター (単位 1/100 mm)

加重前

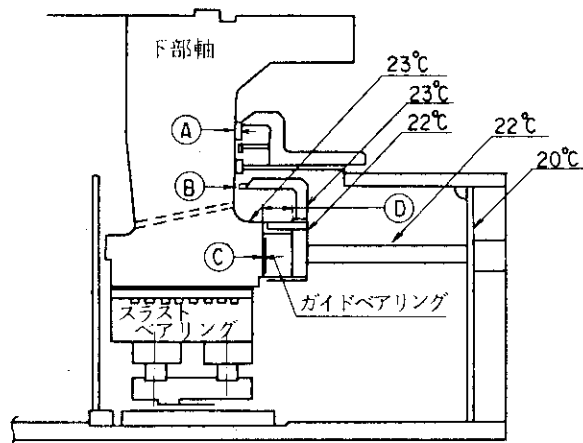


加重後



下部ガイド廻り組立記録 (再調整) (59.11.22 ~ 25)

再調整時温度記録



- (A) エアボックスギャップ
- (B) オイルカバーギャップ
- (C) ガイドベアリングギャップ
- (D) シャフトセンター (ベアリングギャップ設定時)

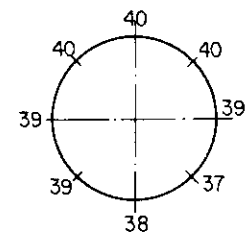
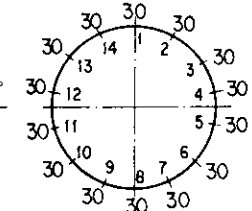
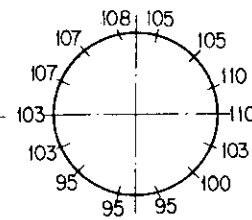
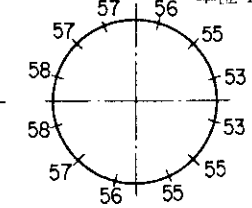
- (A) エアボックスギャップ
図示 30 ~ 59

- (B) オイルカバーギャップ
図示 90 ~ 119

- (C) ガイドベアリングギャップ
図示 30 ~ 32
(変更後)

- (D) シャフトセンター

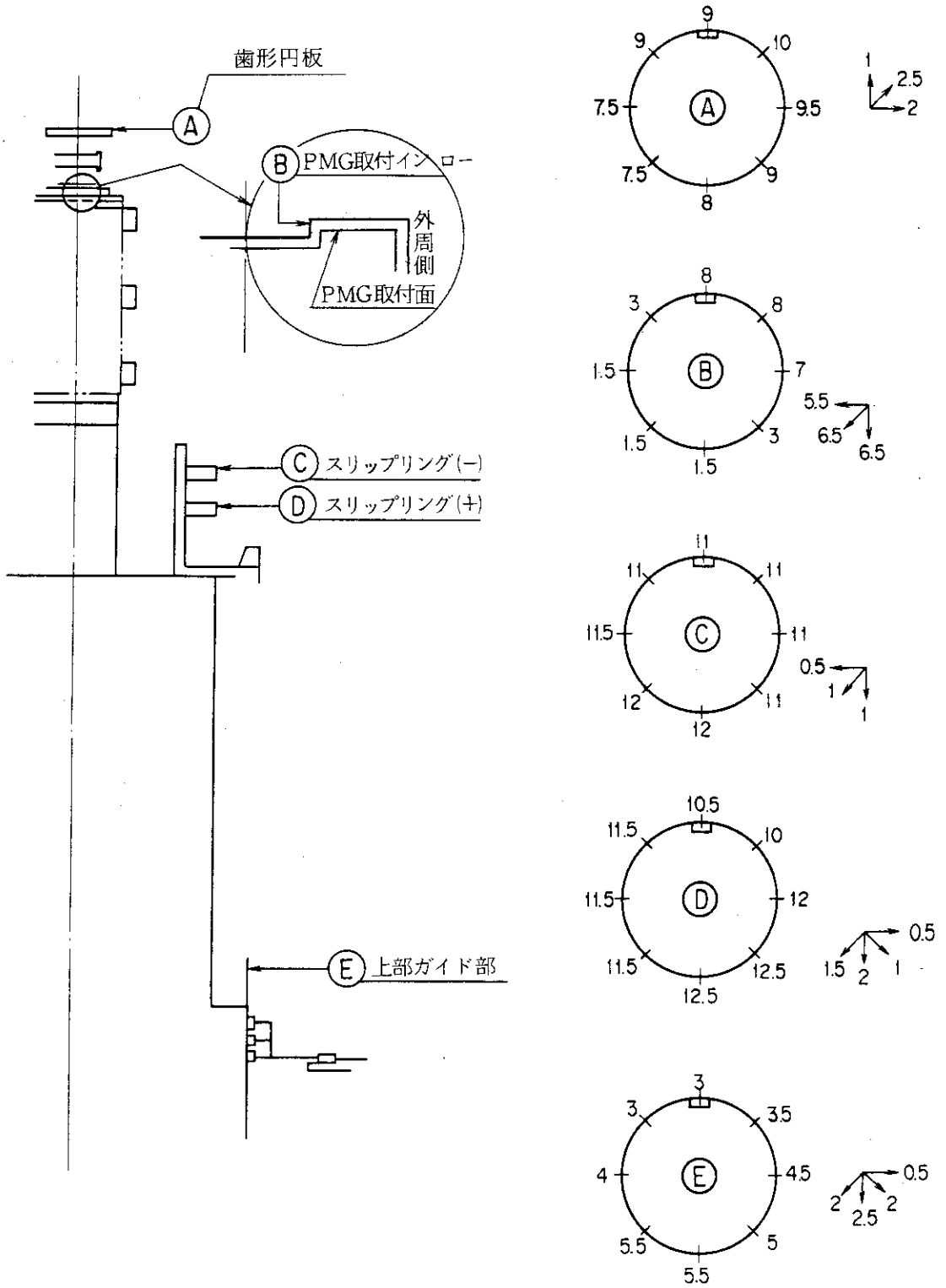
基準 単位 1/100 mm



加熱用 MG

3.8.7 図 下部防振ステー及び下部案内軸受設定記録

単位 1/100 mm



加熱用MG

3.8.8 図 スリップリング削正後振れ見記録 (60. 1. 31)

3.9表 加熱用MG
各部締付ボルトトルク管理表

1.1 固定部分

アイテム	使用箇所	材質	大きさ	応力・トルク・伸び管理表			備考
				応力kg/mm ²	トルクkg-m	伸びmm	
1.	基礎ボルト(フレーム用)	S25C	M90×6	17.5	1013~1371		潤滑剤有
2.	" (スラスト油槽用)	"	"	"	"		"
3.	スラスト油槽耐振ビーム	"	M36×120	"	130~176		
4.	スラスト油槽・床板との締付	"	M36×140	"	"		
5.	中ブラケット継足	"	M36×100	"	"		
6.	フレーム(割目)	"	M42×100	"	209~282		
7.	フレーム・ベースリングとの締付	"	M90×6×250	5	290~355		
8.	ベースリング・ベッドとの締付	"	M90×6×150	17.5	1013~1371		潤滑剤有
9.	上ブラケット継足	"	M56×120	"	497~673		
10.	主口出し線接続部	S45C	M16×56	15.6	21~28		
11.	中性口出し線接続部	"	"	"	"		
12.	ブレーキ取付台	S25C	M36×100	17.5	130~176		
13.	ブレーキ装置	SS41	M30×90	15.6	63.6~76.4		

1.2 回転部分

アイテム	使用箇所	材質	大きさ	応力・伸び・トルク管理表			備考
				応力kg/mm ²	トルクkg-m	伸びmm	
1.	スパイダーボス・ディスタンスピースとの締付	SNC631	M160×6×510	24.9~272		0.48~0.52	潤滑剤有
2.	上筒軸・スパイダボスとの締付	SCM435	M64×260	21.7~239		0.19~0.24	"
3.	スリップリング軸締付	SS41	M20×50	15.6	18.5~25		
4.	ダンパコネクタ締付	S45C	M10×45	"	2.3~3.1		
5.	Rコイル口出し締付	"	M10×32	"	"		
6.	口出し線支工棒	S45C①	M24×270	"	3.2~4.3		
7.	"	"	M24×200	"	"		
8.	Rリードツナギ部	S45C	M12×32	"	4.0~5.6		
9.	Rリードスリップリング結合	"	"	"	"		
10.	Rリードクリーン部	SS41	M16×45	"	9.5~12.9		
11.	ブレーキリング	SNC-631	M30×55	15	63.6~76.4		
12.	上カップリングカバーボルト	SS41	M20×70	15.6	18.5~25		
13.	下カップリングカバーボルト	SCM435	M20×40	23.4	27.8~37.5		
14.	フライホイール両ネジボルト	SNCM439	M160×6×3380	締付力	620トン~630トン		

4. 回 転 試 験

4.1 回転試験の概要

据付を完了した各MGは設備総点検の後、初回転により異常のないことを確認しバランスの調整と並行して軸受温度試験を行ない、引き続き発電機特性、三相突発短絡試験（加熱用MGのみ）を実施した。P及びT電源については単体試験終了後59年12月から3月末まで本体コイル通電による実負荷総合試験を実施し、性能を確認した。

記録的な高速大容量機のため試験中は各種のトラブルが発生したが、特にバランス調整は使用回転数の幅が大きく、各回転数におけるバランスを最良状態に調整する必要がありまたフライホイールを直結した特殊構造のため極めて長期間を要した。しかし、各MGの試運転開始から60年3月末の引取りまでの期間が十分長かったので、この間にその対策は殆ど完了している。

4.2 P電源MG

4.2.1 概要

57年12月に据付完了後58年9月5日の試運転開始まで、そのままの状態でも長期保管され、月2回主機及び開閉装置の定期点検並びに補機運転を行ない、機能の保持に務めた。

回転試験は406.5 r.p.m.までは液体抵抗器、それ以上はセルビウス制御による駆動によって諸試験が行なわれ、58年11月1日から59年3月15日にかけて模擬負荷コイル通電試験を実施したが、MGの運転状態は軸受温度、振動その他極めて良好である。

軸受温度記録を4.1表に示す。

4.2.2 回転試験時の問題点

(1) バランス調整

二軸受構造で調整は比較的容易であったがそれでも延べ約2週間を要した。調整後に冬期冷却水温低下時、軸振動が増加(0.05 → 0.13 mm)するので防振ステーのプリロードを25 tonから75 tonとし、振動の増大は収まった。

バランス調整結果を4.1図に示す。

(2) オイルベーパー対策

上部及び下部油槽カバー排気管からのオイルベーパーが多く、設置してあるフィルターでは除去不十分であったので電気集塵機（メイコー商事製）と交換し、かつ油槽カバー排気管の入口にもフィルターを取り付けることにより好結果を得た。

4.1 表 軸受温度記録 (ダイヤル温度計指示)

P 電源MG

58. 9. 8

回転数 (r. p. m.)	運転時間 (min)	温 度 (°C)						備 考
		推力軸受	上部軸受		下部軸受	下部油槽	冷却水入口	
406								
582	30	54	57		55.5	49	225	

T 電源MG

59. 8. 22

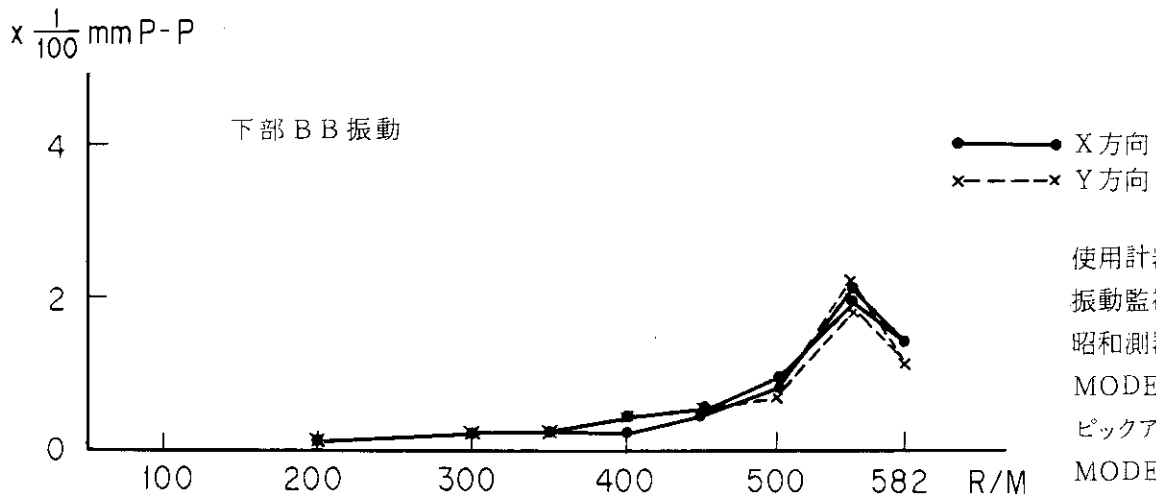
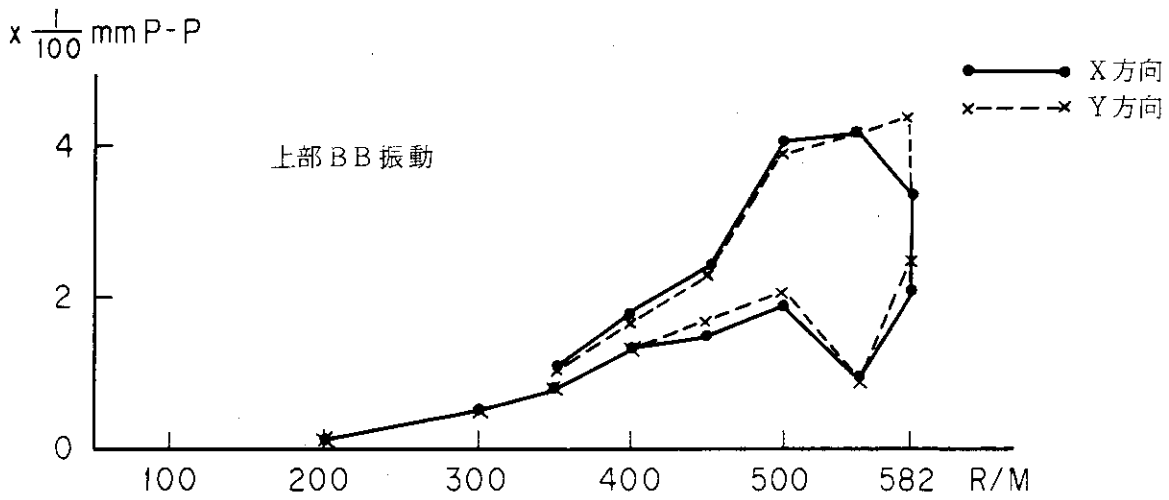
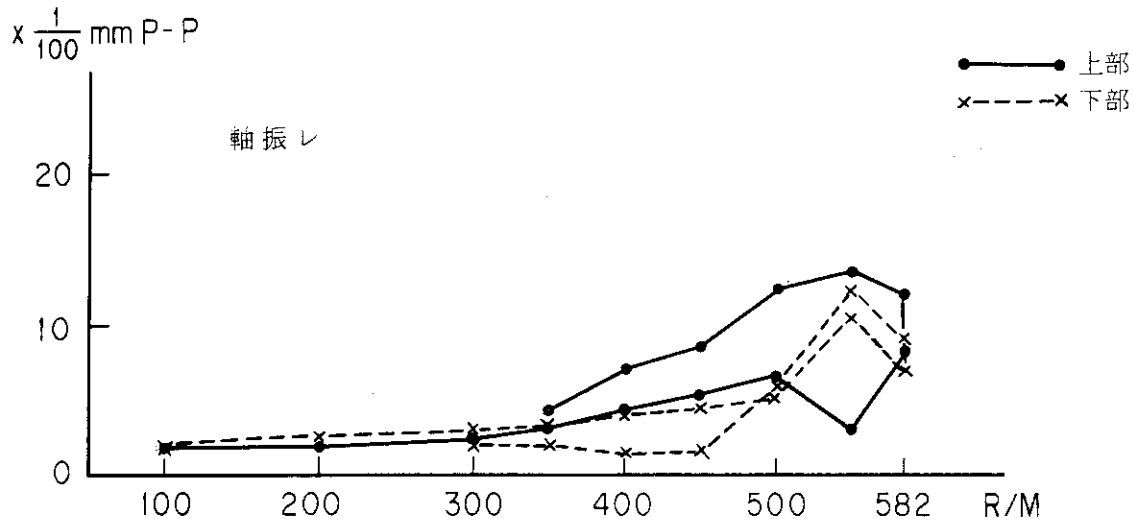
回転数 (r. p. m.)	運転時間 (min)	温 度 (°C)						備 考
		推力軸受	上部軸受	中間軸受	下部軸受	ク ー ラ 出 口 油	冷 却 水 入 口	
400	45	49	44	47.5	48.6	29.9	26.5	
500	55	54	50	56	49.5	33.3	28	
600	54	58	58	66.5	55.5	36.9	28	

加熱用 MG

60. 2. 4

回転数 (r. p. m.)	運転時間 (min)	温 度 (°C)						備 考
		推力軸受	上部軸受	中間軸受	下部軸受	下部油槽	冷却水入口	
406	60	49	45	41	42.5	30.5	19	
582	120	56	59	51.5	50	40.5	19	

S - V 曲線



使用計器
 振動監視計測装置
 昭和測器(株)製
 MODEL 1570
 ピックアップ
 MODEL 2200
 東芝シンクロスコープ

P 電源 MG

4.1 図 MG バランス調整結果 (58. 9. 19)

4.3 T電源MG

4.3.1 概要

58年7月18日初回転に引き続いて軸受温度試験及びバランス調整を行なった。バランス調整は一応約10日間で終了したが、軸受温度が高く、加えてスラスト軸受の焼損事故が発生し、これに伴う改造、更に主軸とフライホイール間の軸心ずれによるバランスの変化等のトラブルが生じ、またサイリスタ駆動装置のバルブ破損事故も重なったが、それぞれ、その復旧と対策を行ない実負荷総合試験を終了した。

4.3.2 回転試験時の問題点

(1) 軸受温度及び推力軸受の改造

試運転開始時は冷却水温が最も低い時期であったが、推力軸受及び中間軸受温度が設計値より高く各メタル間の温度のバラツキも大きく、また中間及び下部案内軸受の損失が設計値を超えていた。このうち中間軸受については冷油供給量を増加し軸受間隙を片側0.60 mmから0.63 mmとした結果、油温からの温度上昇値は3.5～9℃低下しバラツキも少なくなった。

推力軸受については、冷油の噴出口及び油流ガイドの改造、給油量の増加等の対策を行ない或程度の効果が見られたが、400 r.p.m.で軸受押上ポンプ停止試験を実施したところ、約5分後に焼損事故が発生した。

試験時に静止板及び油槽内各部に取り付けた温度計により検討した結果、冷却水温が低いため(7～10℃)静止板の熱変形が起り、オイルリフトの停止によって油膜厚さが減少し、静止板の変形が更に大きくなり最小油膜厚さが限界値(10 μ)以下となり、焼損に至ったものと推定された。

この対策は、変形が少なくまた冷却効果のよい銅板・鋼板の二層構造の静止板に変更することとした。改造後は軸受温度も設計値以下となり400、500、600 r.p.m.における冷却水停止及び軸受押上ポンプ停止試験でも、良好な結果を得た。

運転中の軸受温度の一例を4.1表に示す。

(2) 回転損失軽減

MG回転時の風損、軸受損が設計値を上回っていた。この中、軸受損失は軸受間隙が大きい程損失が少なくなるが、本機では軸径、軸受間隙及び回転速度が大きいため、レイノルズ数が乱流域にあることが原因である。しかし間隙を少なくすると軸受温度が上昇するので、下部軸受はそのままとし、中間軸受についてはギャップを0.03 mm拡げることにより乱流域の中で損失の減少を計り約20 kW低下した。

風損については、冷却用ブロア12台の内4台の運転でも冷却効果は変わらず、損失を大幅に低下させることができた。またフライホイール下部のピット内周面に通風ガイドを設け、更に損失の低減を計った。

(3) 主軸-フライホイール間の軸心移動によるバランスの変化

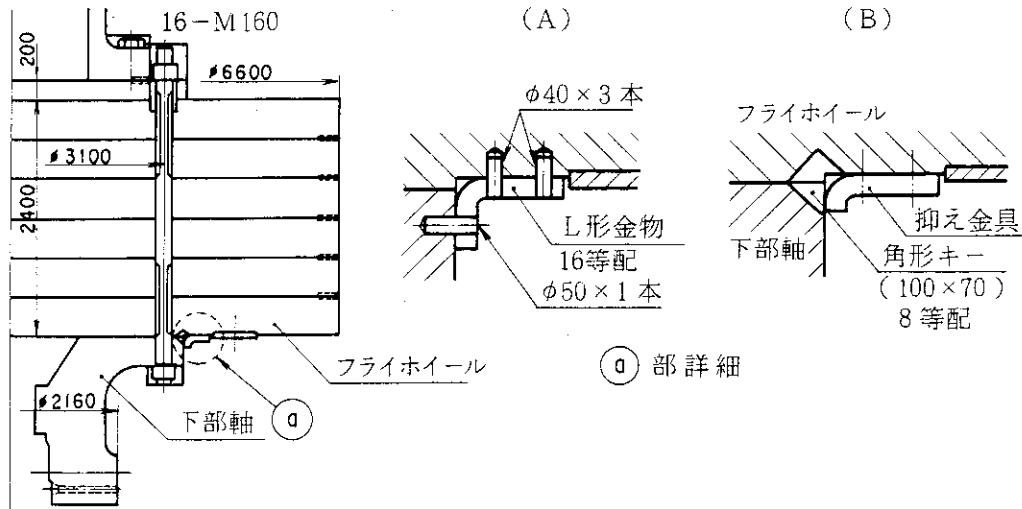
下部軸とフライホイールは直結ボルトにより締付けられており、相互間に印ろう及び固定用キーはないが、回転トルクは締付力だけで十分である。しかし直結部上下の外径が異なるため、

遠心力による伸びの差と機内温度変化の際の熱膨脹及び収縮の際、カップリング面に摩擦力のアンバランスによるずれが生じ、軸心が約 0.23 mm 移動していたことが、推力軸受焼損時の点検で判明した。このずれは締付ボルトをゆるめて修正したが、この作業は焼損メタルの交換を含め昼夜交替で 40 日間を要した。復旧の際に移動防止のため、下部軸とフライホイールのカップリング軸に 4.2 図(A)に示す L 形金物を取り付けた。しかしその後の運転で再び同程度のずれが生じ、この押さえ金具は殆ど効果がないことが分り、同図(B)に示す角キーを直接埋め込むこととした。

工期の関係で軸心ずれの再修正は行なわず、上部軸を移動して振れ見を行ない、上、中、下各軸受部の軸心を真直とした。これにより運転中に推力軸受の各静止板にかかる荷重の不平衡は ± 2 % 程度となるが、許容値 (± 5 %) 以内であり問題はない。

角形キー挿入後のバランス調整は 58 年 9 月から行なわれ、実負荷総合試験に引き続き 12 月から始まった本体コイル通電試験中にも続けられたが、運転中、或は運転-停止の際に遠心力及び機内温度変化等の影響によってキーとキー溝の公差及び弾性係数の範囲内で約 0.13 mm の軸心移動があり、このため各種運転パターンにおける振動分布の調査と延 40 回以上のウェイト調整によって振動値を目標値内に収めることができた。なお、軸心移動を減少させるための対策を検討中である。

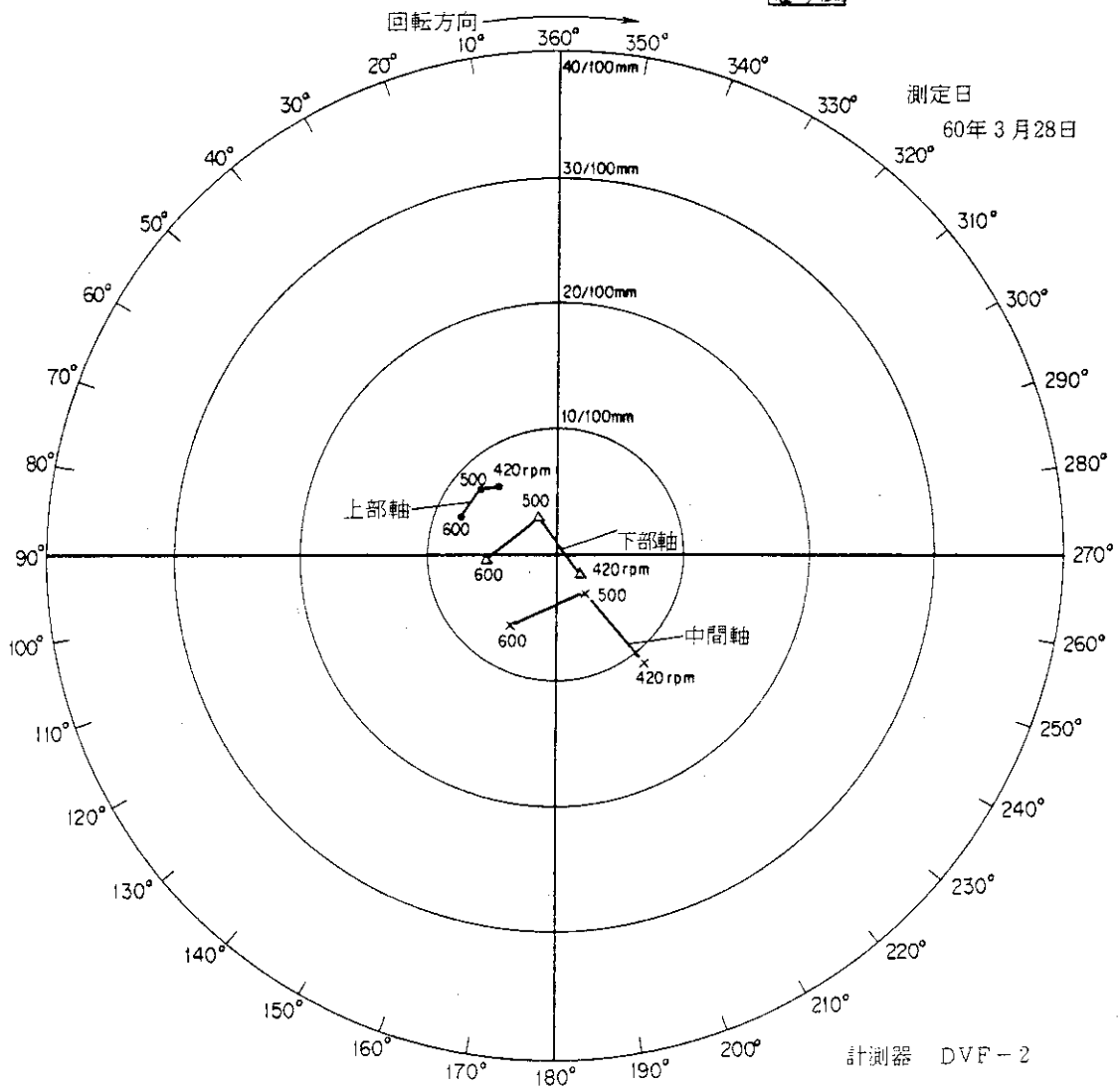
バランス調整後の軸振動値分布 (フィルター値) を 4.3 図に示す。なお雑振巾は上、中、下部にそれぞれ 0.06 mm 上乗せされるが、この雑成分は軸表面の凹凸が主である。



4.2 図 主軸移動止金具

回転数	ブラケット振動						軸振動		
	上部X	上部Y	中間X	中間Y	下部X	下部Y	上部軸	中間軸	下部軸
rpm 420	1.6	2.2	1.1	0.7	0.5	0.4	12.5	13.3	8.7
	1.5/253°	2.1/0°	0.8/193°	0.4/-	0.4/-	0.2/-	7.1/41°	9.6/219°	2.3/233°
500	1.7	2.4	0.7	0.7	1.2	0.7	12.9	10.2	11.8
	1.6/289°	2.3/26°	0.4/-	0.3/-	0.8/321°	0.5/-	7.9/48°	3.6/217°	3.3/27°
600	1.0	2.1	1.3	0.8	1.3	0.8	13.0	11.7	14.4
	0.9/312°	1.9/50°	0.8/144°	0.4/-	0.7/-	0.4/-	8.0/68°	6.5/146°	5.5/93°

単位 : 1/100 mm



- 備考 1.振巾はフィルター値である。
 2.各回転におけるほぼ安定値(回転数整定後30分後値)をプロットした。

4.3 図 T電源MG バランス調整記録

4.4 加熱用 MG

4.4.1 概要

据付完了に引き続き 59 年 9 月 12 日初回転試験、軸受温度試験、バランス調整及び発電機特性試験を開始した。

バランス調整は無励磁の状態で行ない、極めて良好な結果を得たが励磁後に振動が増大する現象及びバランス再調整運転中に MG コレクタ用カーボンブラシの異常摩耗が生じ、これらの対策が必要となった。

各軸受温度は油温が高い以外は何れも設計値より低く良好であったが、下部軸受温度が次第に高くなったので、軸受間隙を片側 0.25 mm から 0.30 mm に広げた結果 582 r.p.m. 時の油温からの上昇値は 35 °C から 12 °C に低下した。

軸受温度記録を 4.1 表に示す。

4.4.2 回転試験時の問題点

(1) バランス調整

無励磁の状態でのバランス調整は約 1 週間で終了し、振動は極めて小さく良好な結果を得たが、励磁の際及びその後の機内温度の上昇に伴い、振動が大きくなり軸振動が上及び中間部で 0.05 mm ~ 0.08 mm に増大した。上部軸受間隙及び上部防振ステアのプリロード等上部軸受廻りを点検したが、殆ど変化はなかった。軸受間隙を 0.24 mm から 0.21 mm、防振ステアのプリロードを 30 ton から 37.5 ton に再調整して運転したが、励磁後特に 550 r.p.m. 以上で振動が増大する現象は変らなかったで、更に各部の振動分布を測定し検討の結果、ロータリム板の遠心力による径方向の伸びの不均一が主因と考えられ、4.4 図②部に示す通りスパイダとリム板の間に板バネ（プリロード 66.4 ton）を挿入した結果、励磁後の昇速及び降速繰返し運転で振動増大の現象を少なくすることができた。

バランス調整結果を 4.5 図に示す。

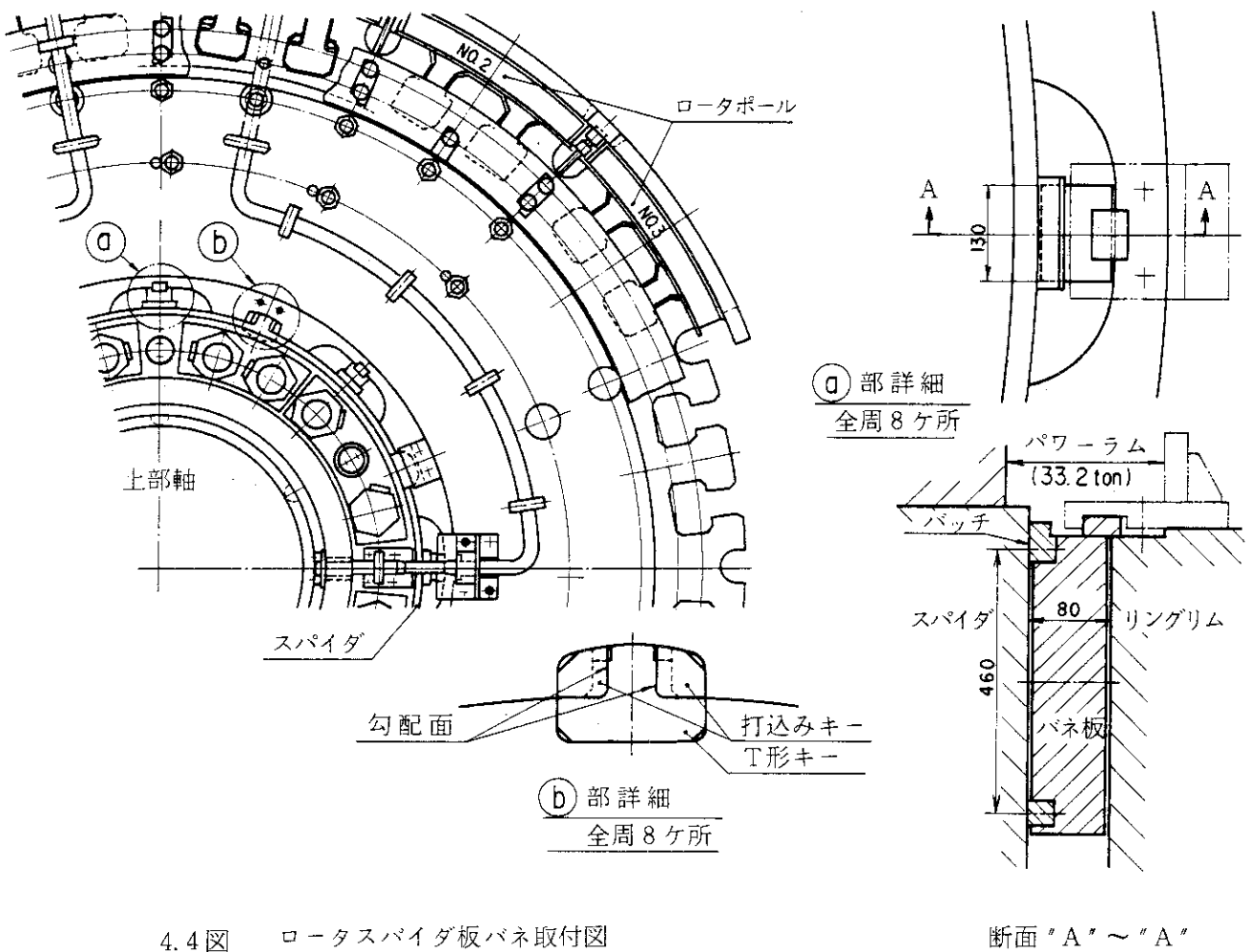
(2) MG コレクタ用カーボンブラシの異常摩耗

59 年 12 月 24 日主機バランス調整運転中、582 r.p.m. で + 側（下側）ブラシの異常摩耗（長さ約 10 mm）が発生した。点検により原因として振れの増大、有機物の吸い込み等が考えられ清掃ブラシ交換の後、運転した所 550 r.p.m. で同様事故が発生した。再度原因を調査し下記の対策を実施した。

- 1) ブラシ面の水膜形成を容易にするためブラシ取り付けピッチを 2 倍（隙間は 3 倍）とする。
- 2) コレクタリング面（凹凸最大 0.03 mm）を工場再仕上げを行なう。
- 3) ブラシ圧力を 200 g/cm² から 140 g/cm² とする。
- 4) ブラシ電流密度低減のため、個数を 28 ケ（密度 4.4 A/cm²）から 34 ケ（3.6 A/cm²）とする。

この対策後も 2 回異常徴候が見られたので、整流用カバーを撤去し冷却風の出口を絞り乾燥を防ぐことにより、その後の運転では異常の発生はなかった。

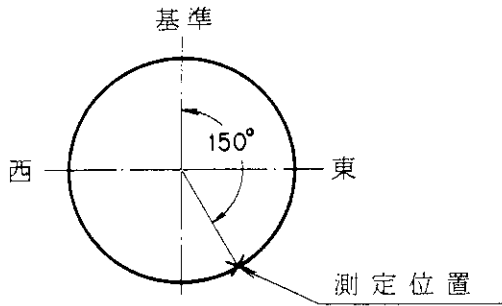
しかし、この運転時の測定で+側コレクタリングの振れが-側に比べて大きいので、工場で回転状態を調査しその結果コレクタリングとシェル間の締付の増加、リード線の支持方法の改善により振れを低減し、更にブラシを耐荒損用 (GH-S 431) に変更することによって更に完全な対策となった。



4.4図 ロータスパイダ板バネ取付図

断面 "A" ~ "A"

1. 測定位置



(1) 測定位置は上側より見て基準より時計回転方向に150°の位置で測定

(2) 測定箇所は下記の3箇所

1. 上部ブラケット (水平半径方向) : 上BK-H
2. 中間ブラケット (") : 中BK-H
3. スラストブラケット (") : 下BK-H

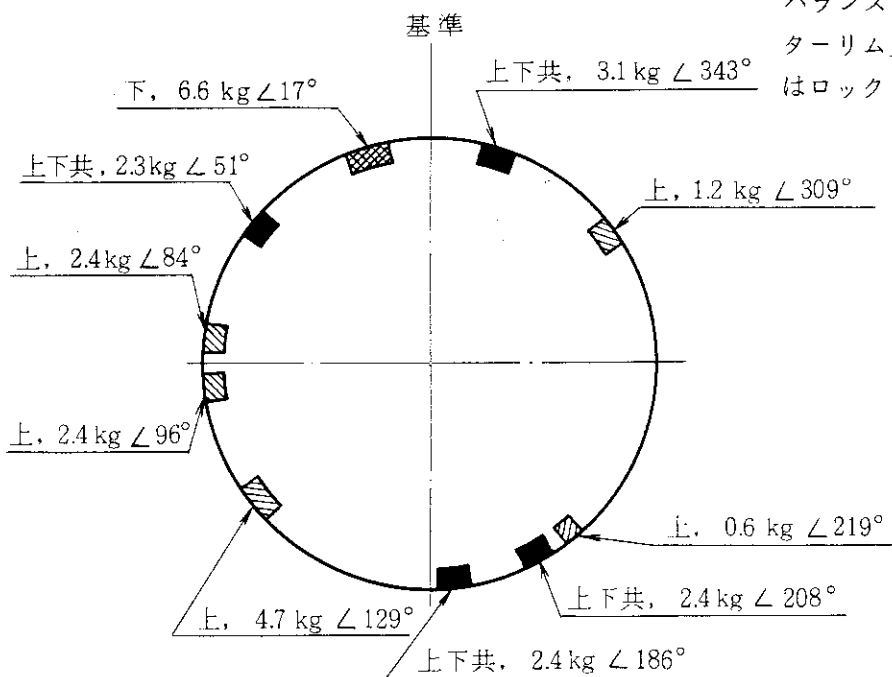
(3) 測定計器

明石ポータブルバランサー DEP-D 型

2. 振動測定記録

ショット No.	回転速度 (rpm)	発電機電圧 (kV)	固定部振動 μ (P-P)				軸振動 1/100 mm		
			上BK-H	中BK-H	下BK-H	CLR	上部	中間	下部
③⑩	406.5	0	12	7	6.5	15	3.7	5.5	3.6
		18	12	7	7.5	18	5	5.5	3.6
	582	0	12	24	15.5	18	4.5	7	4.6
		18	12	24	15.5	20	4.5	7.2	4.6

3. バランスウェイト取付位置



バランスウェイトは左記の如くローターリム上下面に取付け、廻り止めはロックワッシャにて行なう。

4.5 図 加熱用 MG バランス調整記録

あ と が き

昭和60年4月より臨界プラズマ試験装置「JT-60」の実験が開始され、それぞれの電動発電機もJT-60電源設備の一装置として本格的に運転されている。また、試運転時に入念な調整及び問題点の摘出を行なったことが巧を奏し、極めて順調な運転であり、特筆すべき故障あるいは事故はこれまで一度も発生していない。特に、世界最大のフライホイールが直結されているT電源MGに関しては、軸振動が懸念されたが、運転時間が増加するにつれて軸振動は小さくかつ安定する傾向にあり良好な結果が得られている。

最後に、発電機を製作したメーカーはもちろん、建家あるいは周辺設備の工事担当、発電機の据付及び試験・調整担当、その他多くの人々の結集によってこのような立派な発電機の完成が実現したものであり、関係者各位に対し改めて深く感謝いたします。この発電機は本研究所の最も重要な基礎設備として、数10年の間、電力を蓄積放出し続け、かならずや、世界で初めての核融合の火をともしエネルギーがこれら発電機により作り出されるものとわれわれ電源グループ一同は確信している。

参 考 資 料

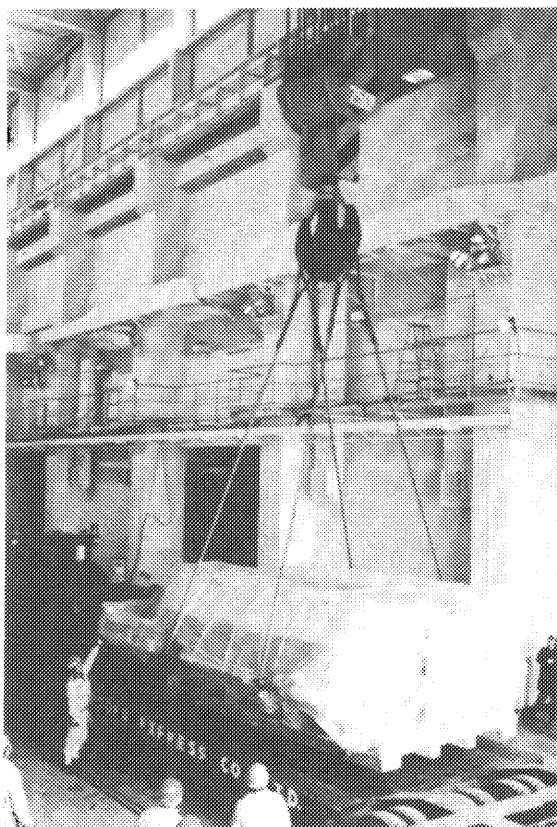
1. ポロイダル磁場コイル電源用電動発電機
現地据付工事写真集



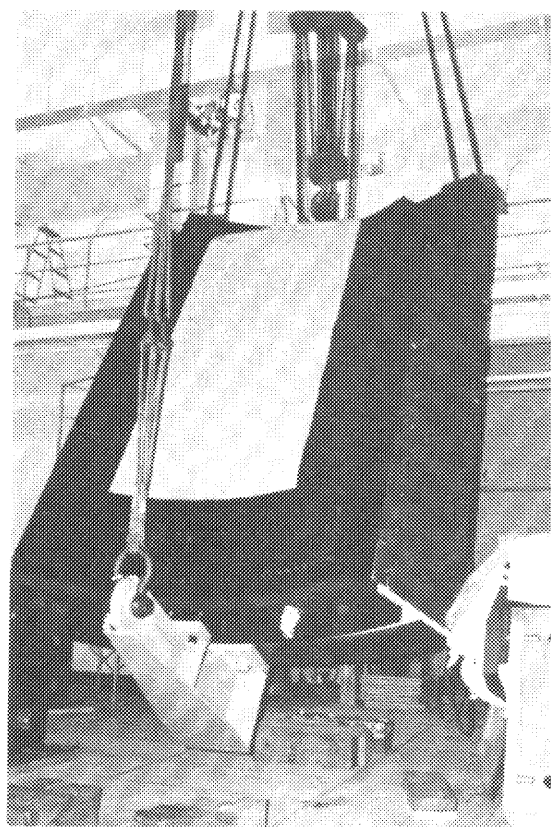
ピット内部芯出し



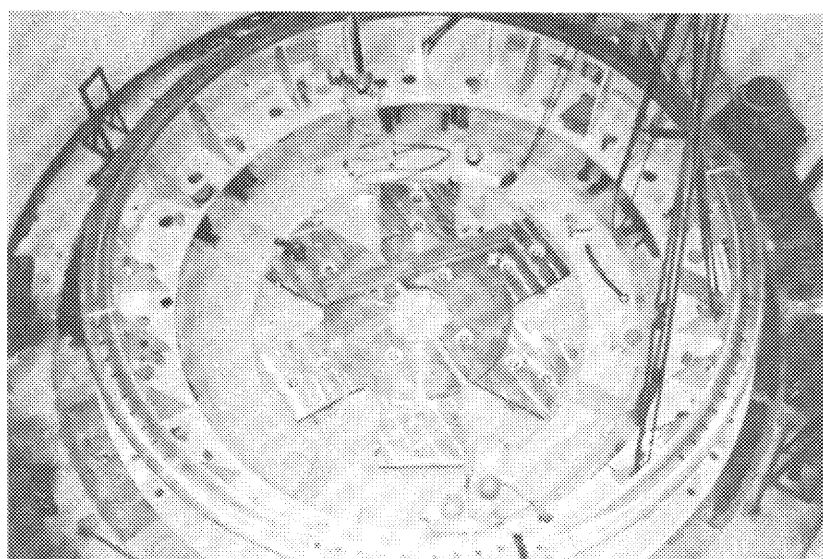
リングリム投入



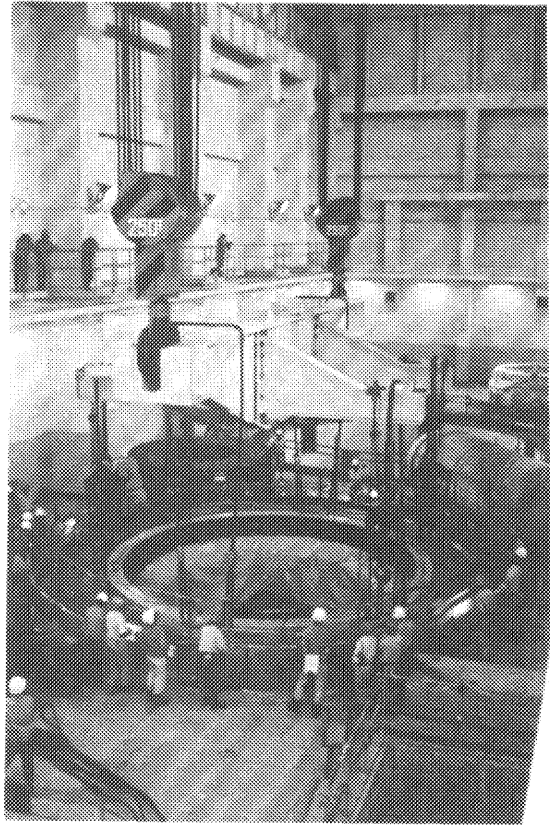
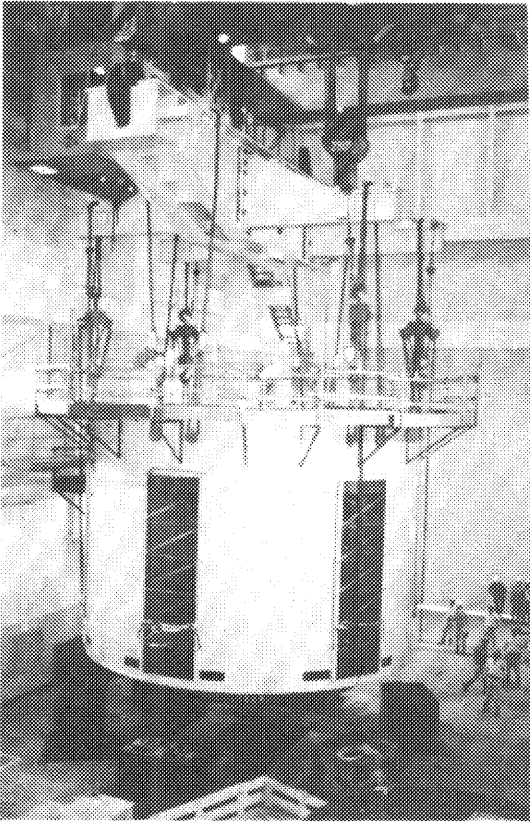
ステータ 6 分割 50 t
電源棟吊入



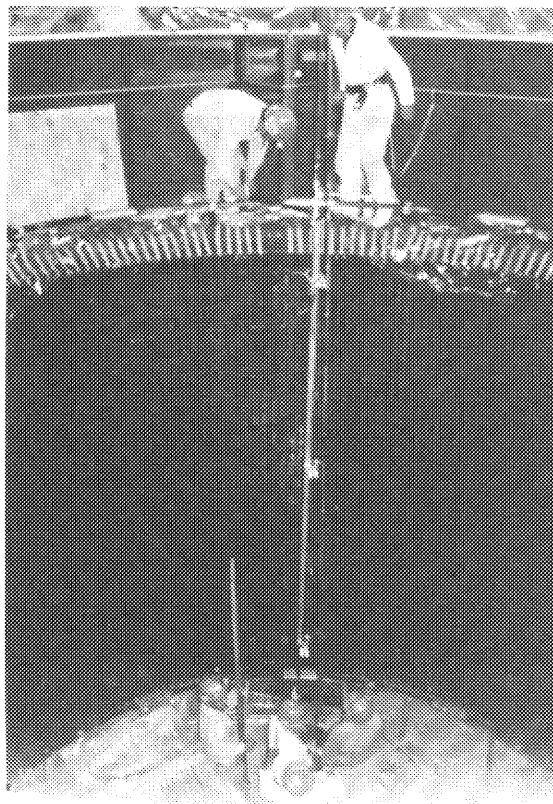
ステータフレーム起立作業



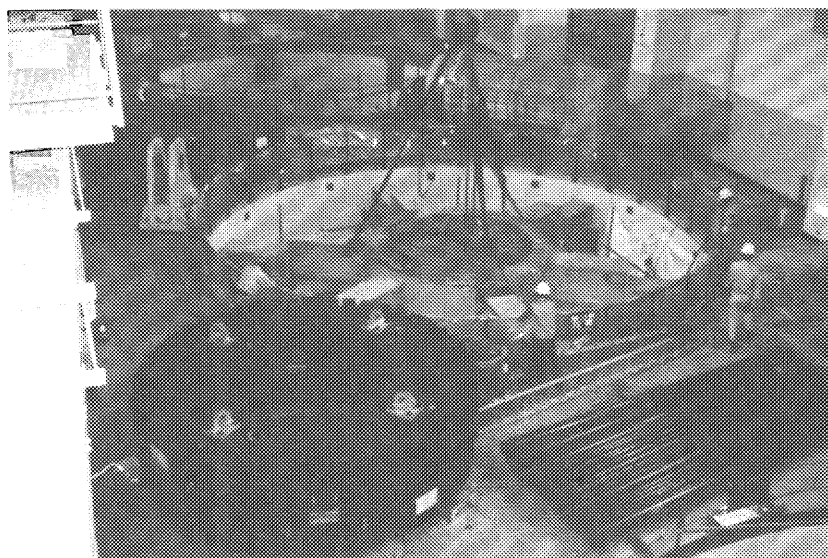
リングベース設定 S. 57. 5. 17 ~



ステータ吊り込み作業 S. 57. 6. 18



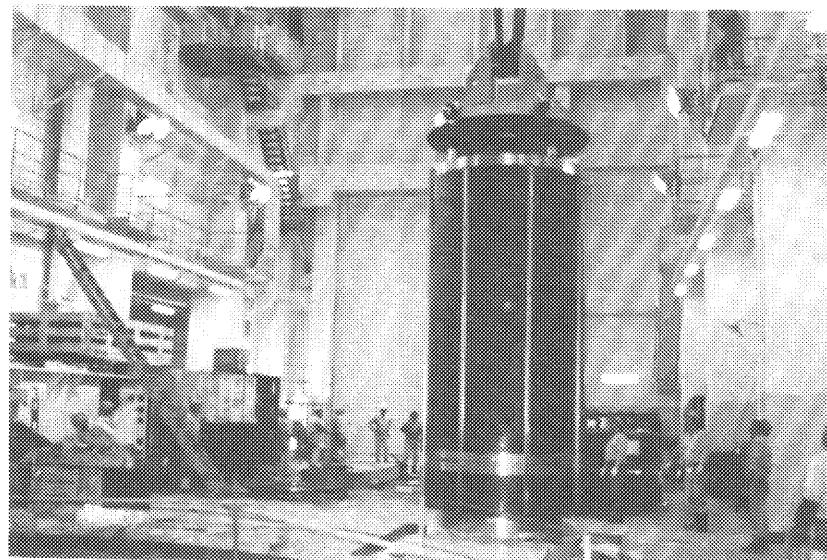
ステータコイル入れ S. 57. 4. 22 ~ 24



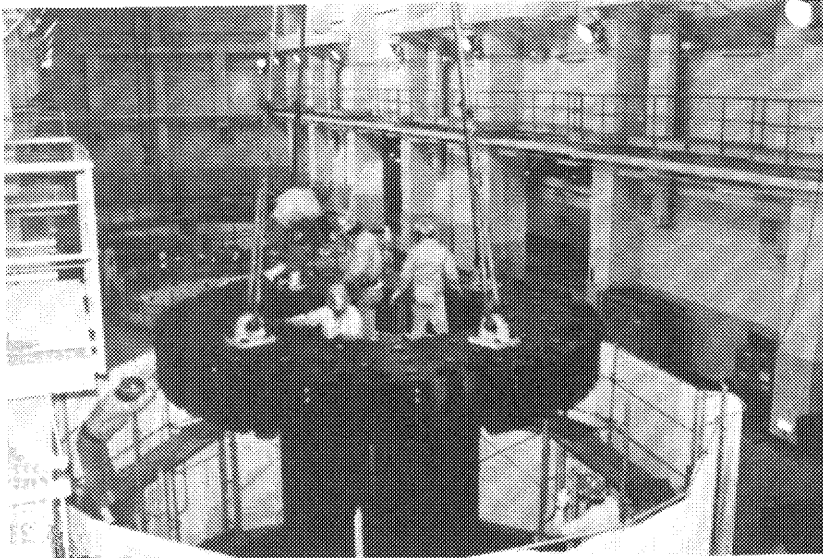
上部ブラケット吊入，据付
(仮)
S. 57.6.21



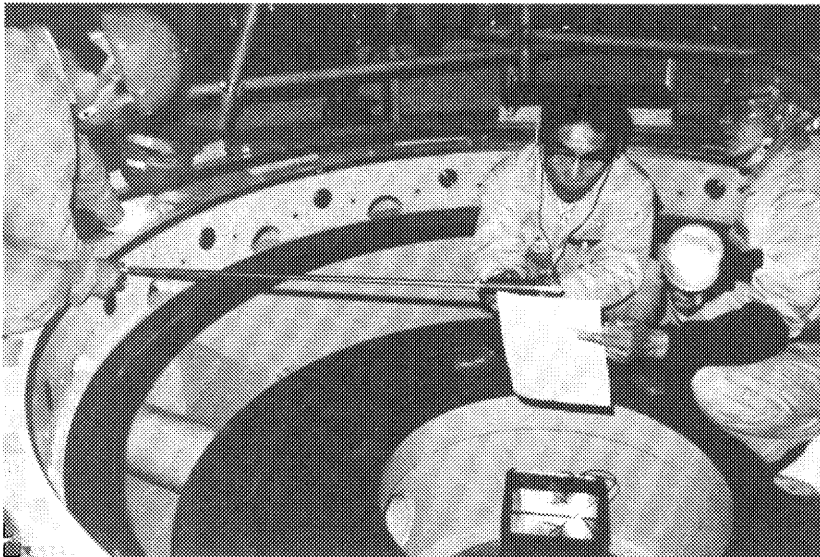
銀ロー溶接
(カーボンブレイジング方式)
3000 Aの電流をカーボン電
極よりコイルへ，又，アセチ
レンガスで再加熱。



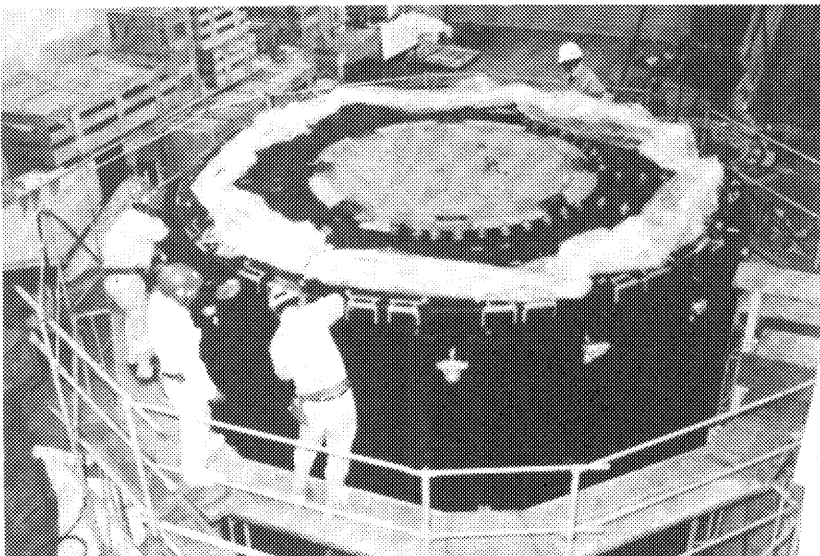
スポークシャフト起立固定
S. 57.6.24



リングリム挿入
S. 57.6.28



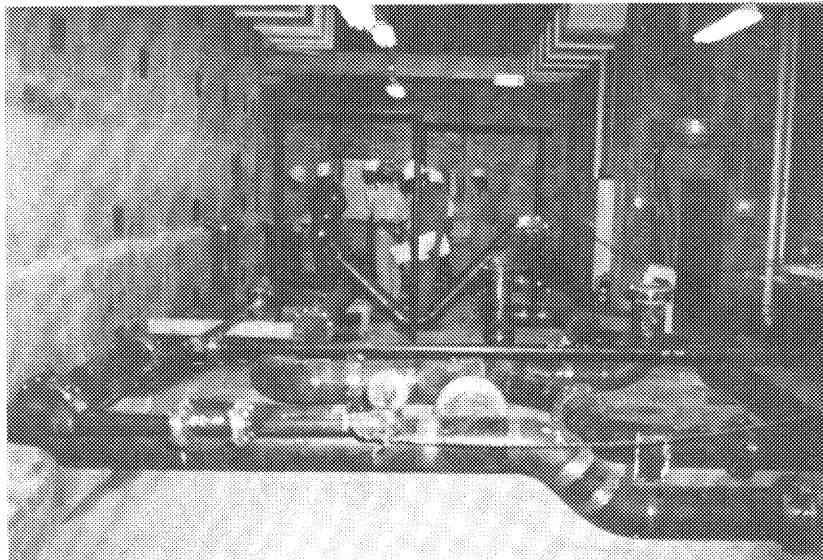
センターリング立会
(ピアノ線が中心を通ります)
S. 57.7.1



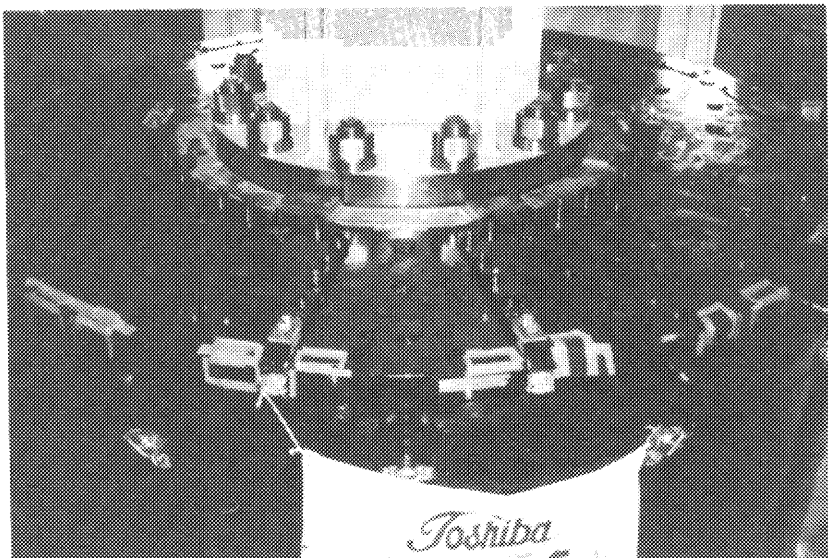
ロータコイル接続
S. 57.7.16 ~ 27



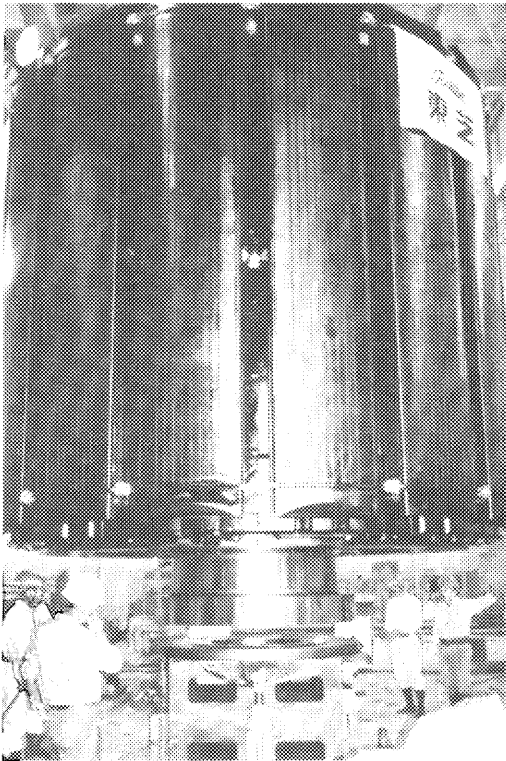
スラストベアリング組立
(東芝独自のコイルバネ方式)
S. 57.7.26 ~ 31



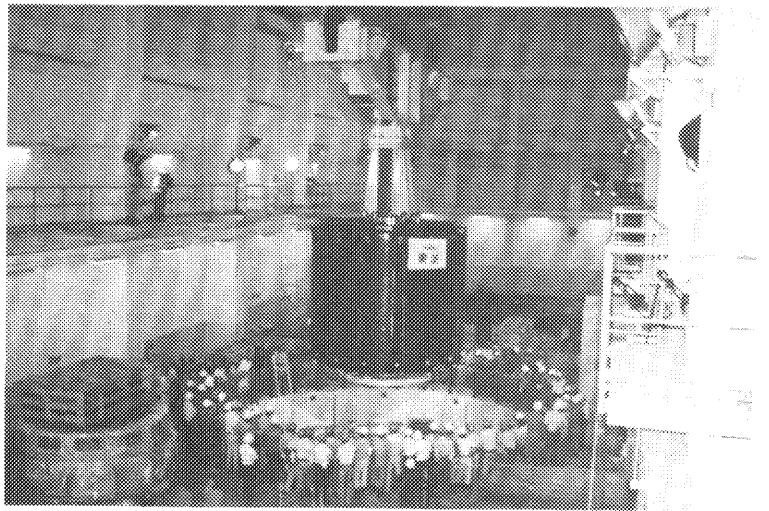
油配管耐圧試験消防署立会
(B2F補機室)
S. 57.8.6



ロータ上部コイル引出口
(強力なダンパーエンド部)
S. 57.8.25

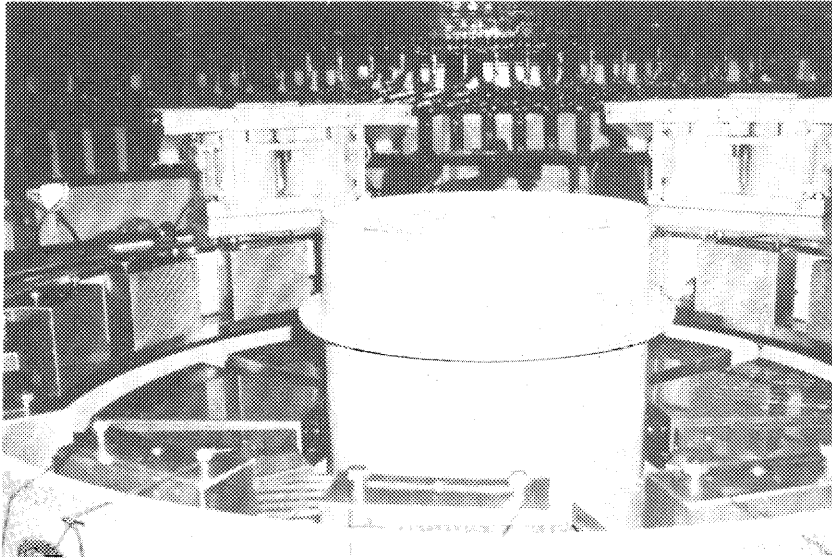


ロータ吊込準備
回転板取付け
(ローター厚みは東芝の記録品)
S. 57. 8. 26 AM

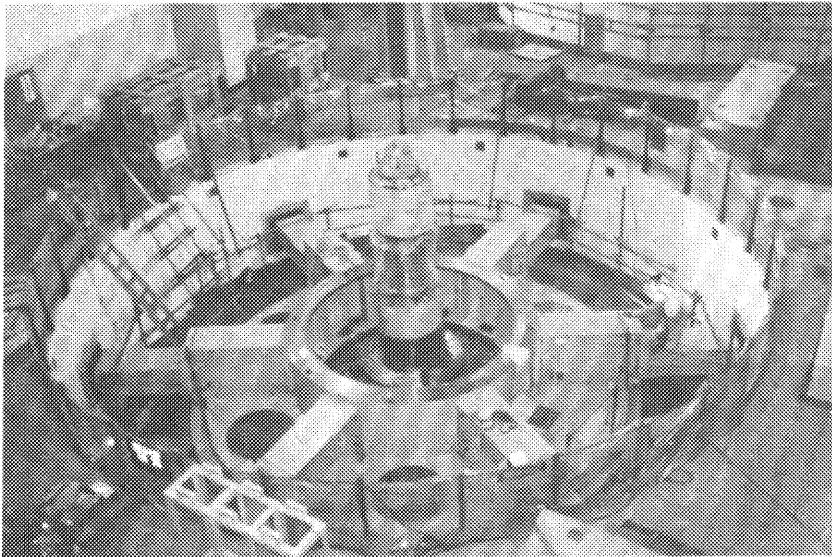


ロータ吊入 S. 57. 8. 26

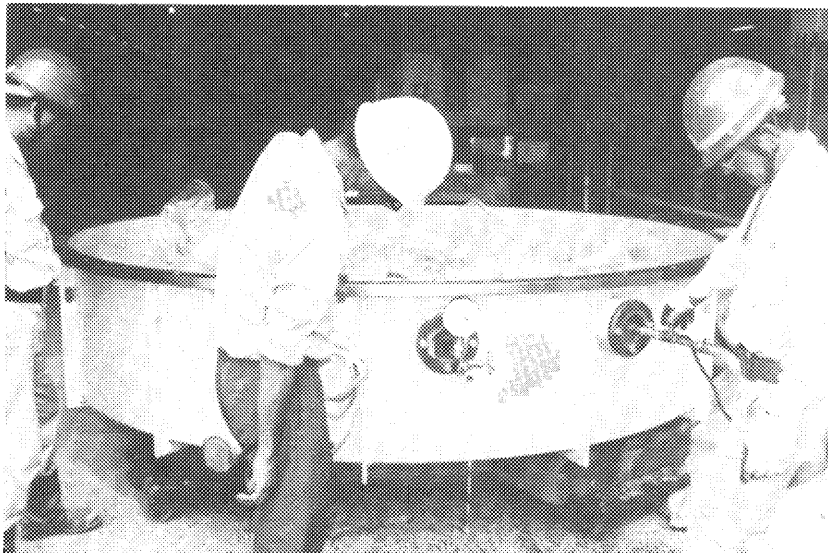




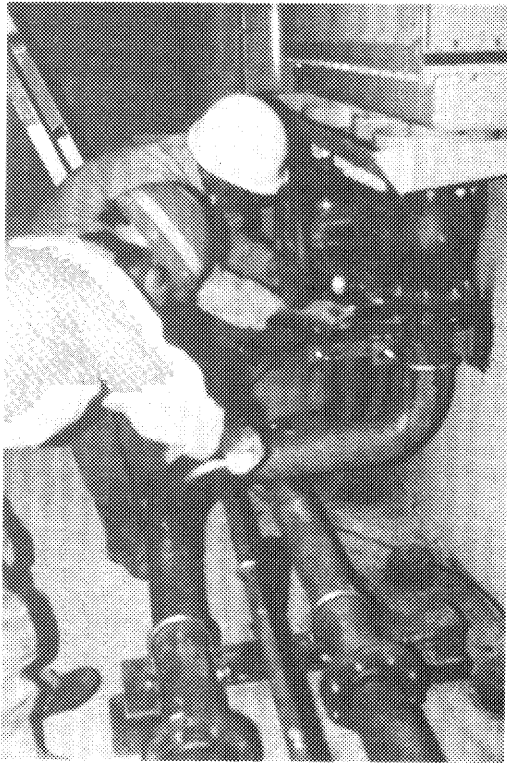
スラストベアリング, 静止板
下部ガイドベアリング



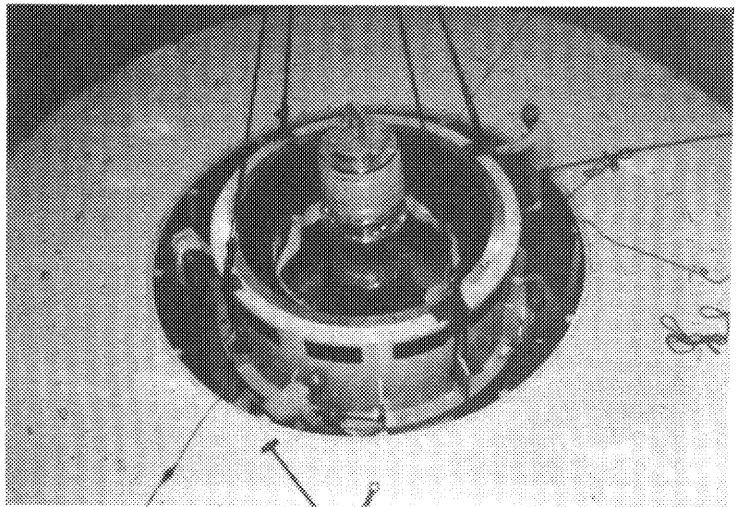
上部シャフト吊入
S. 57.9.6



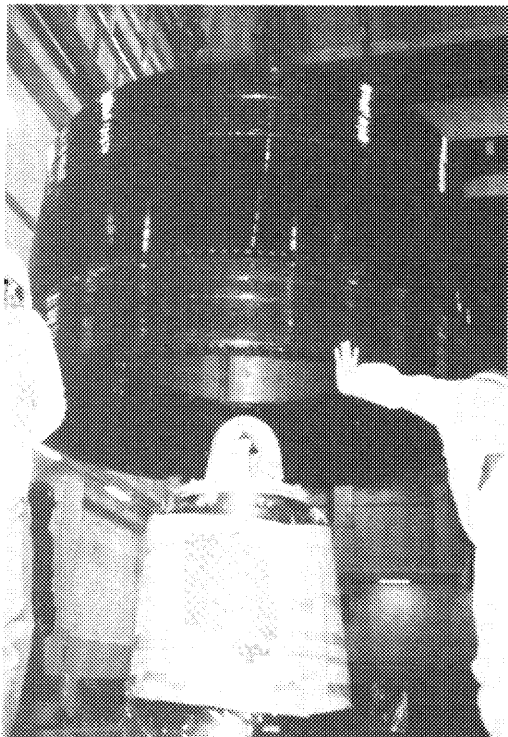
上部油冷管耐圧試験
水圧 12 kg/cm^2
10 分間
S. 57.9.3



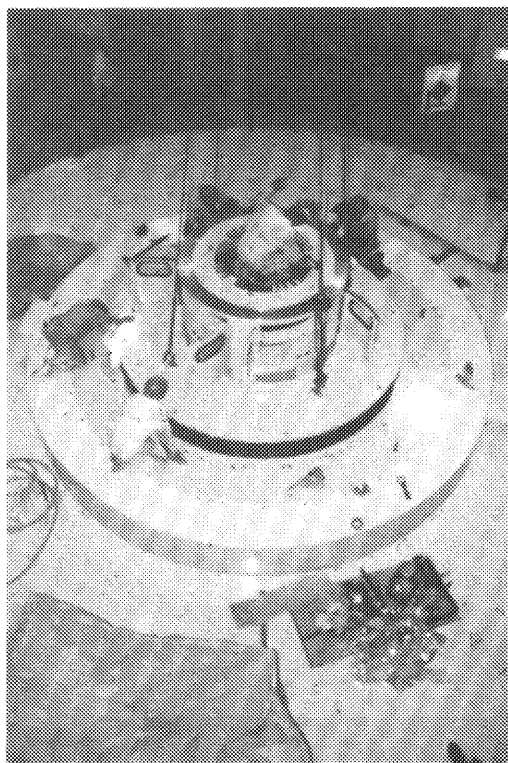
エアクーラ冷却管
耐圧試験立会状況
(15 kg/cm² 耐圧 10 分間)
S. 57. 10. 13



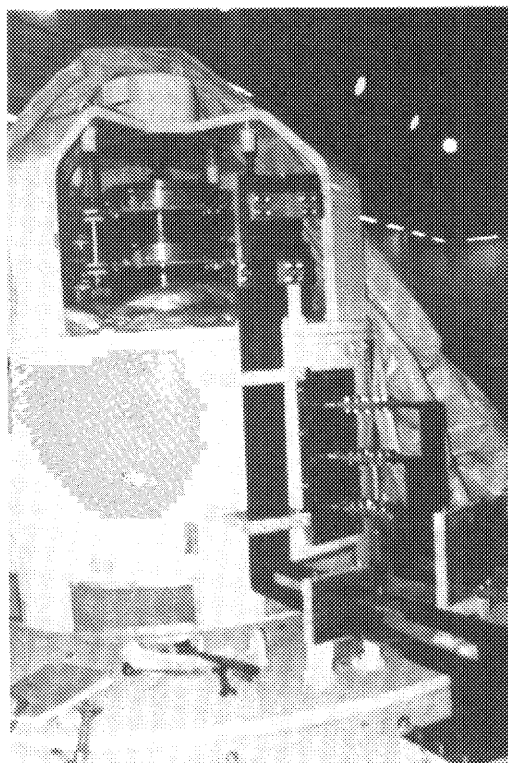
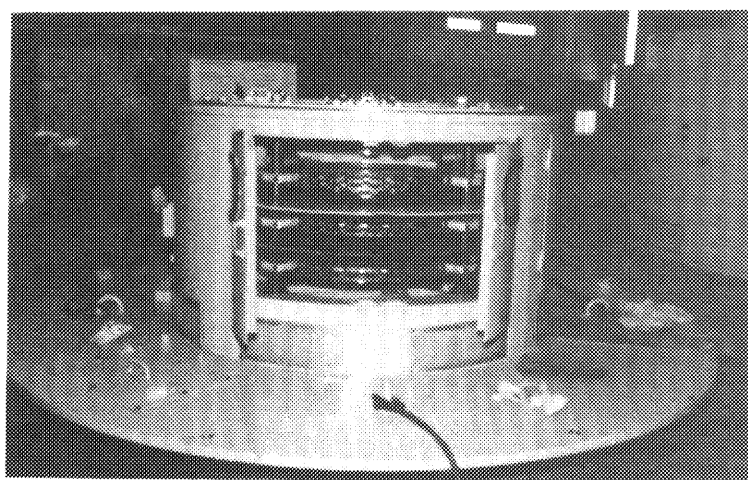
モーターステーター吊り込み状況
S. 57. 10. 14



モーター, ロータ吊り込み
S. 57. 10. 18

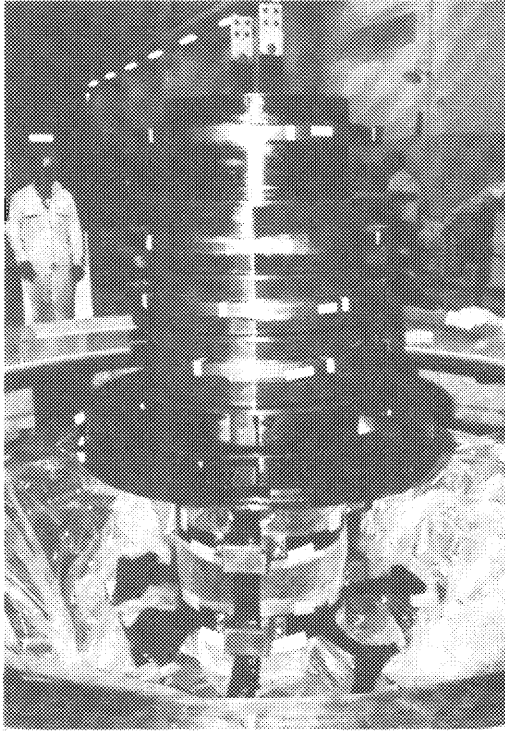


モーターコレクタリングカバー仮組
S. 57. 10. 20



防振ステー上の励磁導体及び
電動機 2 次側導体組立状況

S. 57. 10. 22

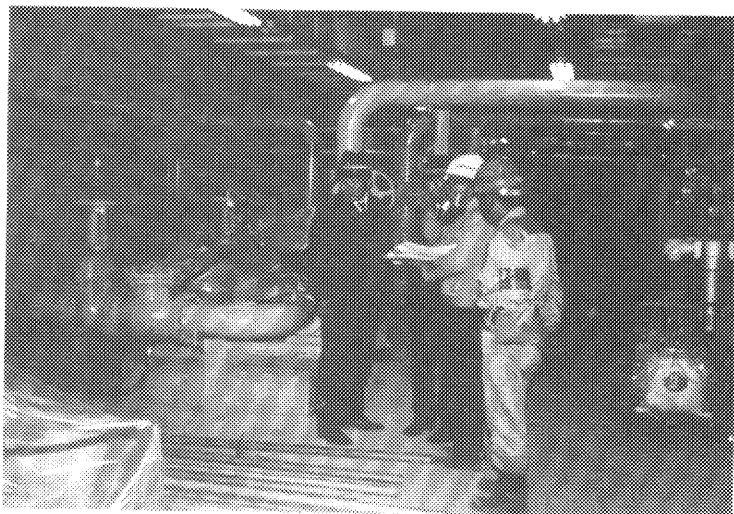
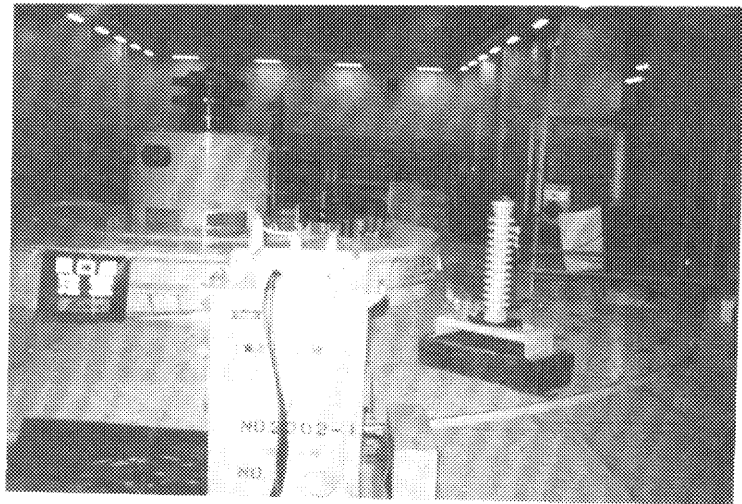


モーターコレクタリング養生状況

S. 57. 10. 29

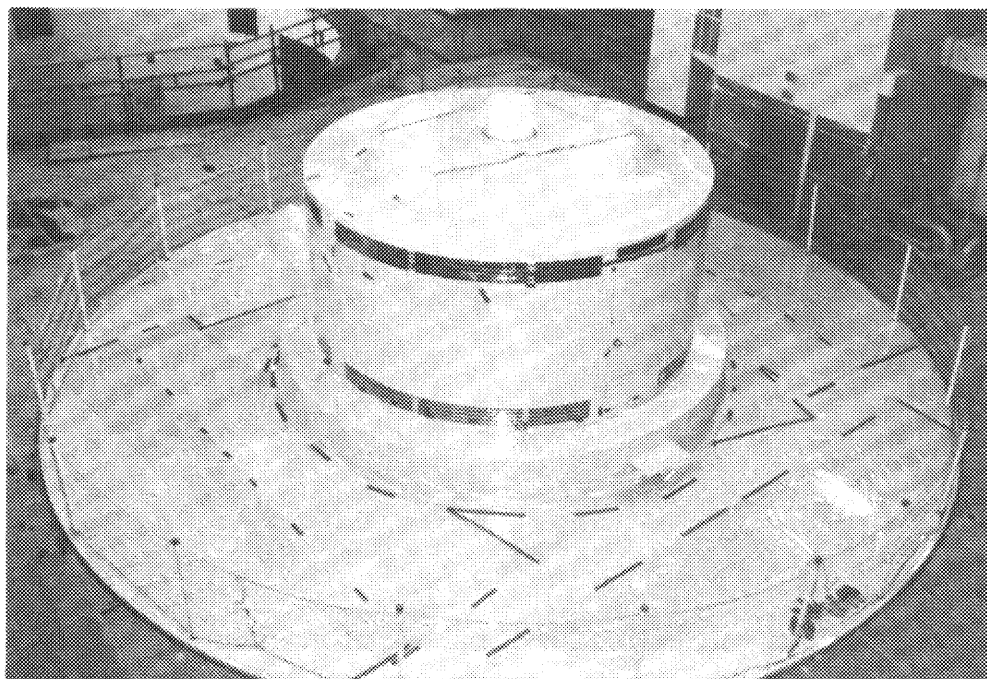
三相誘導電動機 (7,000kW)
耐電圧試験状況

S. 57. 11. 4



油冷却器室 (B3F)
油配管 消防署立会

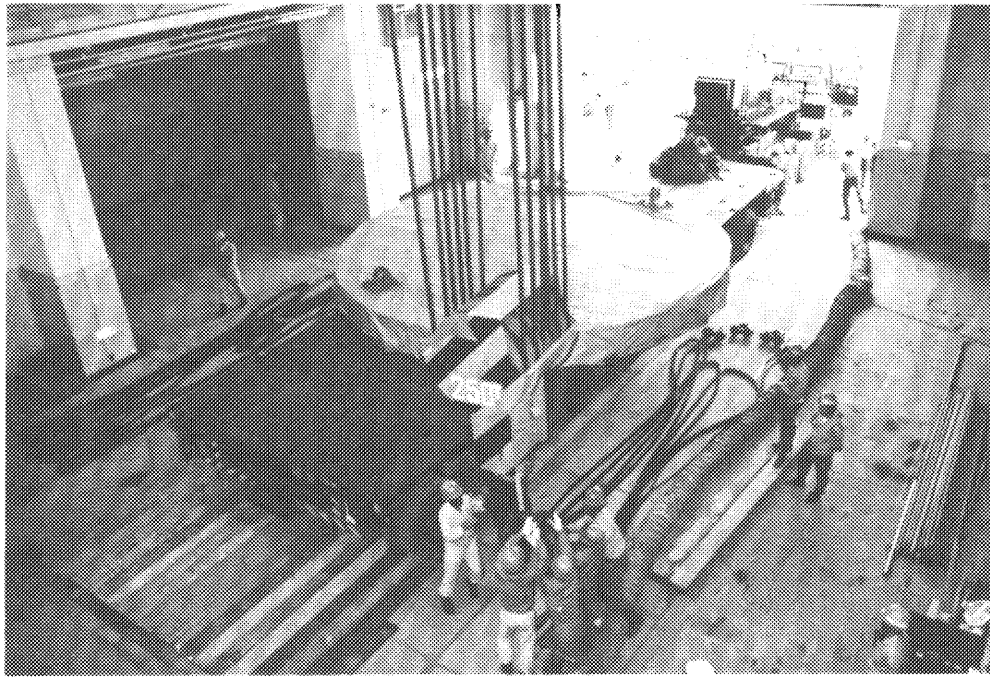
S. 57. 2. 24



据付完了 養生状況

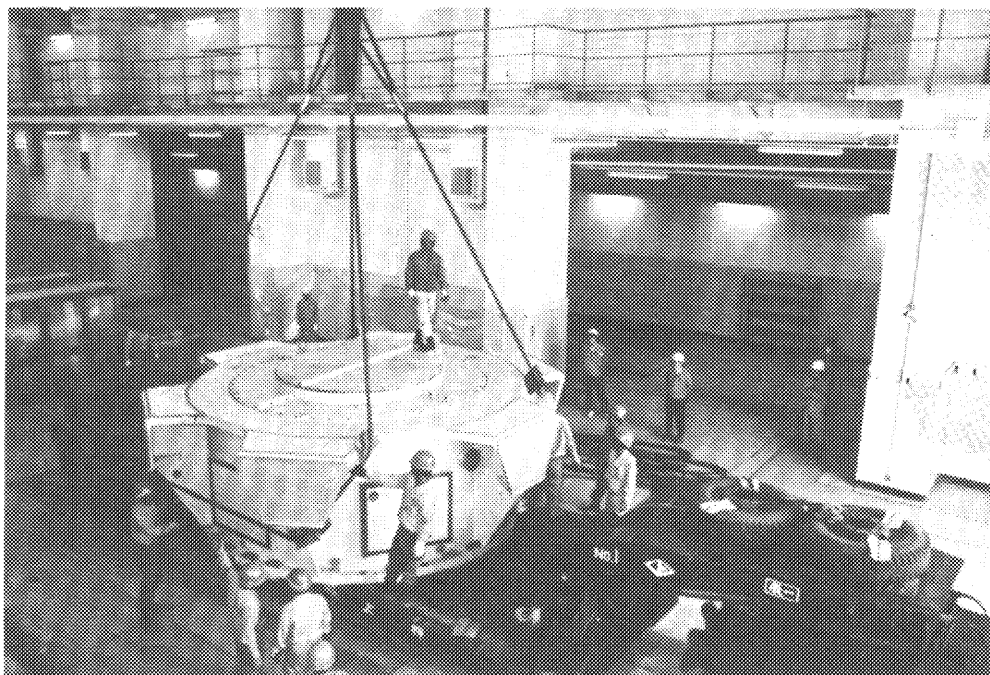
S. 58. 1. 13

2. トロイダル磁場コイル電源用フライホイール
付電動発電機
現地据付工事写真集

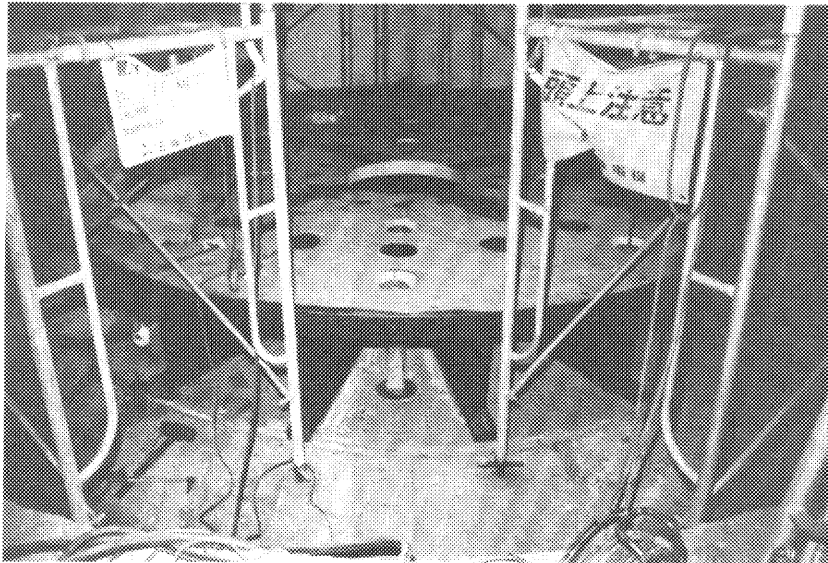


フライホイール搬入

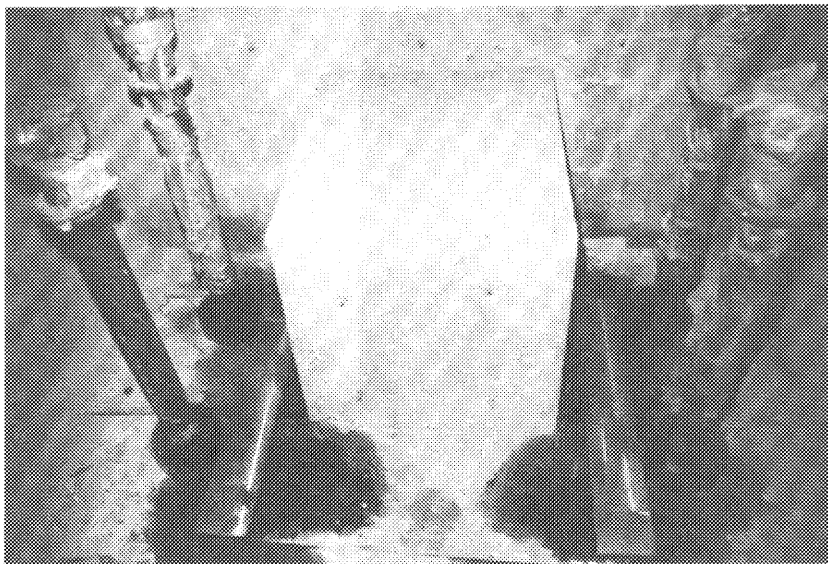
S. 58. 5. 10



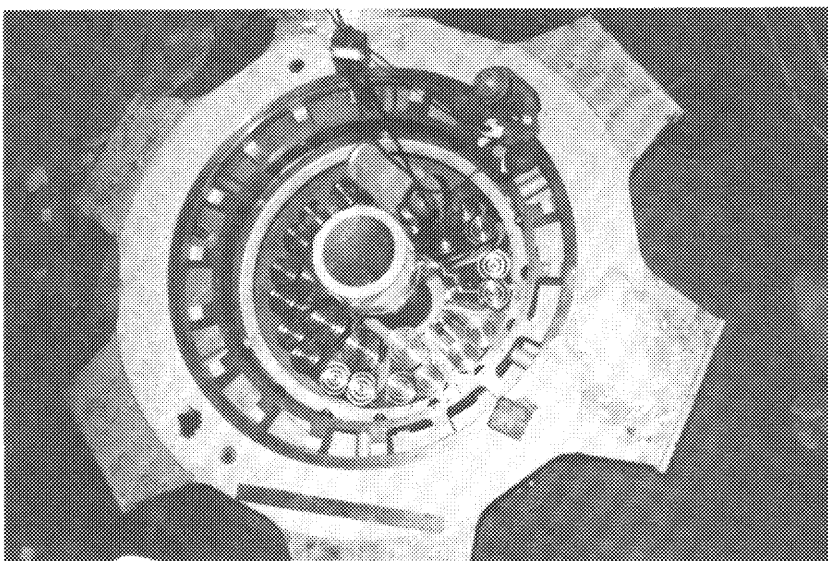
スラスト軸受油槽搬入 S. 58. 5. 11



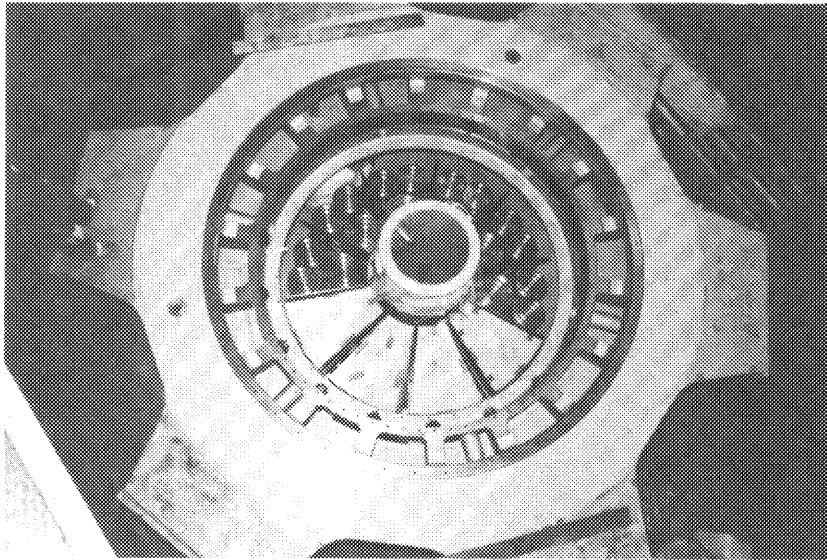
スラスト軸受槽用床板
(コンクリート打設前)
S. 58. 5. 27



ステータベース用パッカー
プレート設定状況
S. 58. 5. 31



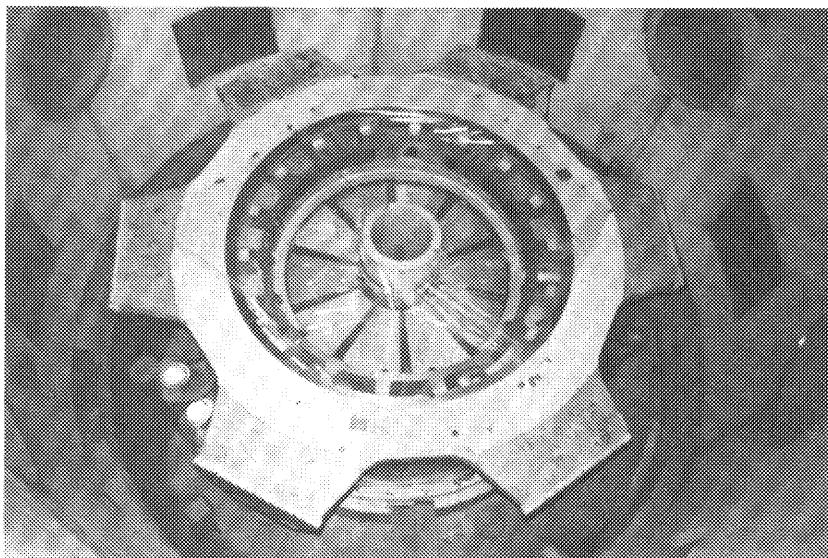
スラスト軸受ディスクA
組立状況
S. 58. 5. 31



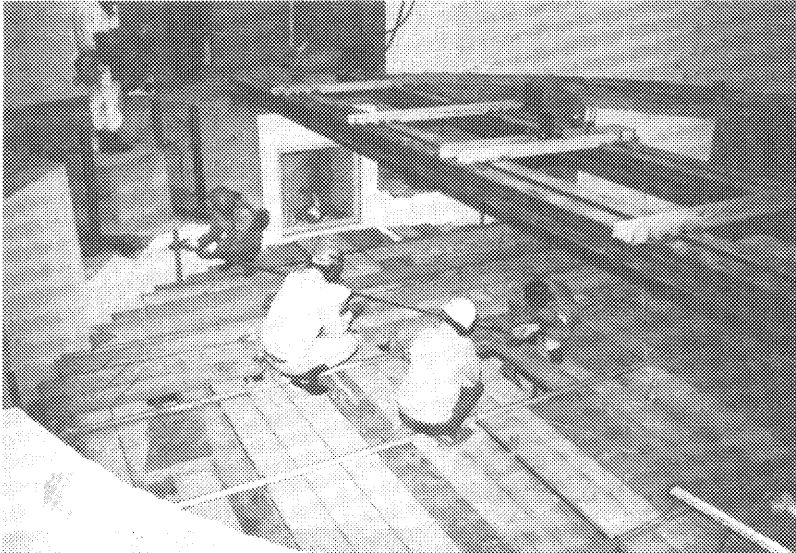
スラスト軸受, 組立
パッド(静止板)組込状況
(三菱方式のキングピン)
S. 58. 6. 2



スラスト軸受用床板設定
レベルング立会
S. 58. 6. 7

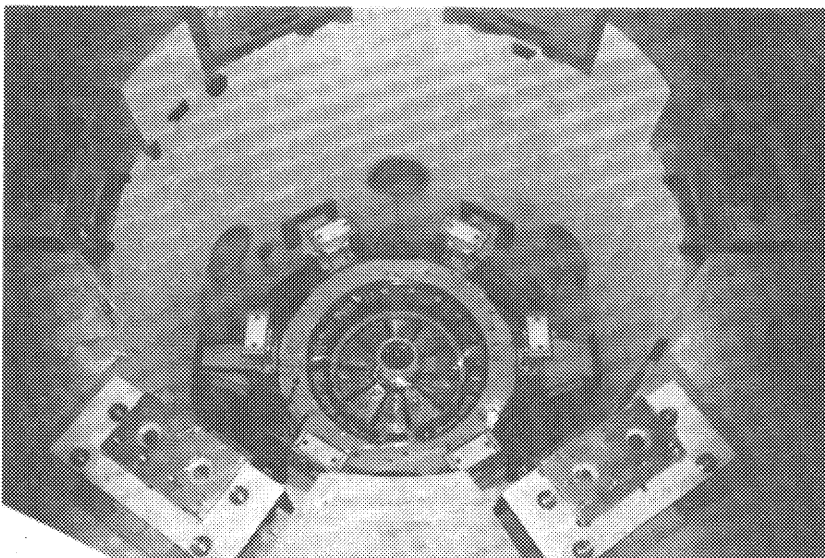


スラスト軸受油槽据付
S. 58. 6. 7



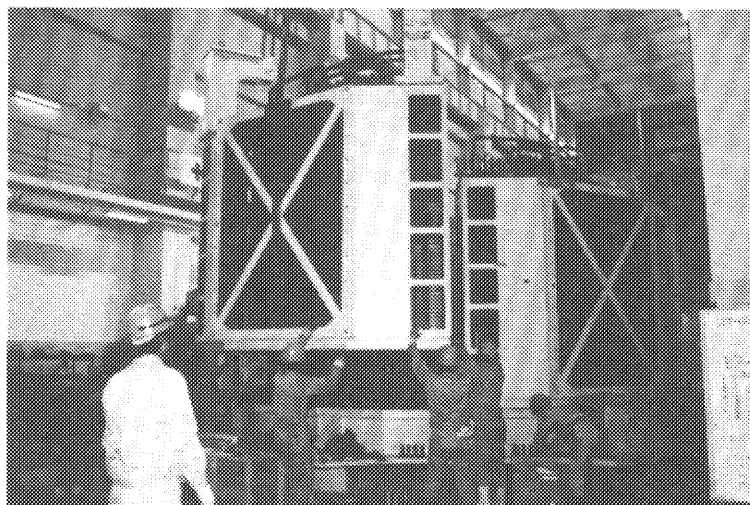
スラスト軸受油槽センタリング
下部と上部での状況

S. 58.6.14



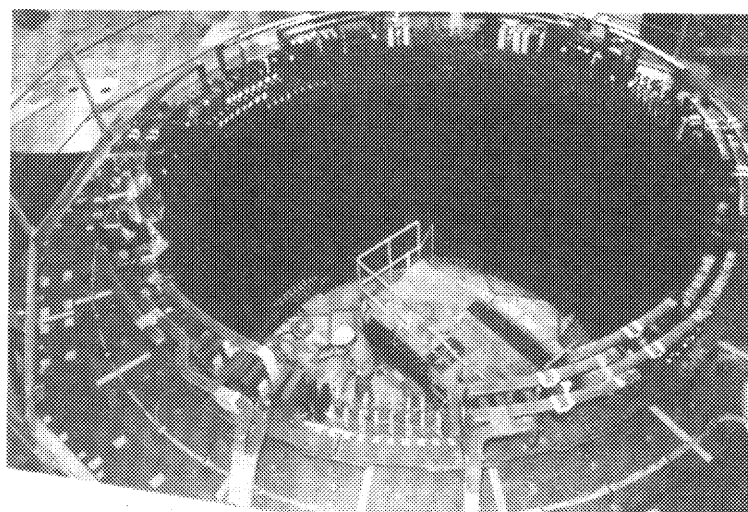
スラスト軸受油槽据付状況

S. 58.6.20



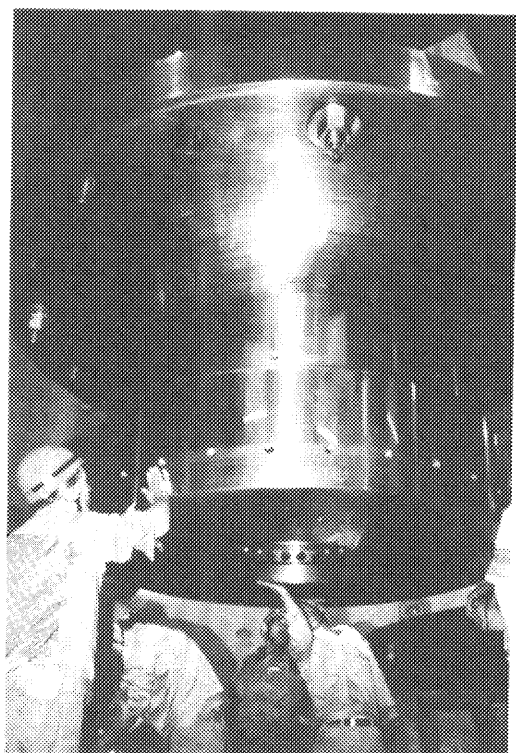
ステータフレーム-円組立状況

S. 58. 6. 14



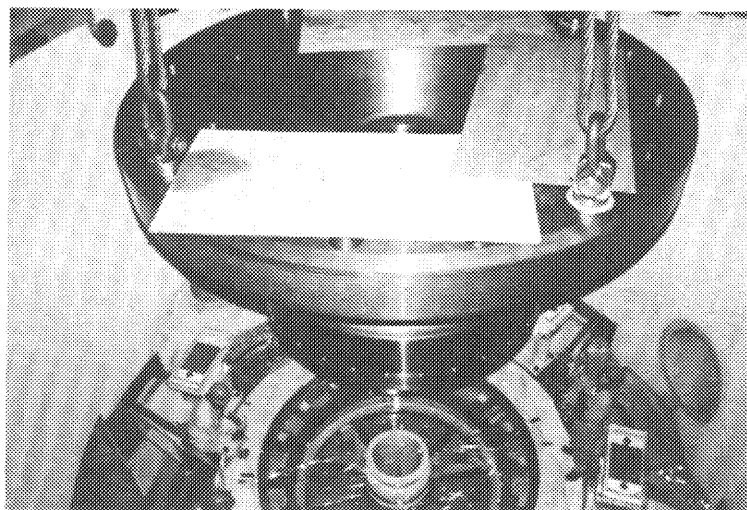
割れ目下口コイル
直流耐圧試験
耐圧前点検

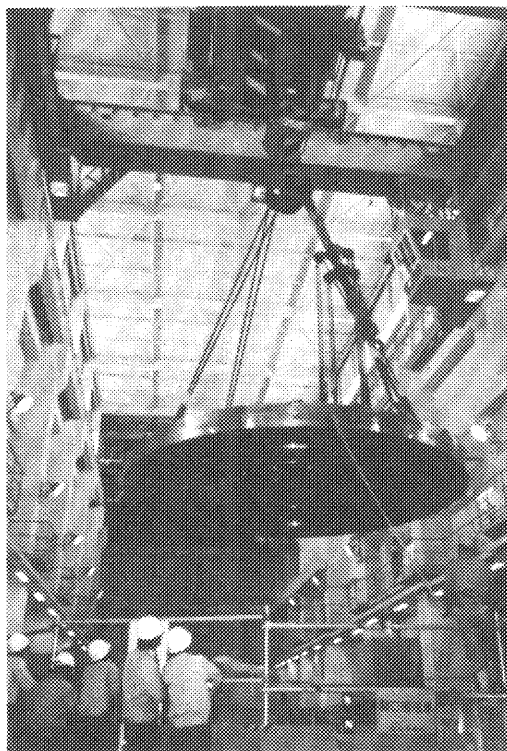
S. 58. 6. 23



スラストカラー吊込組立

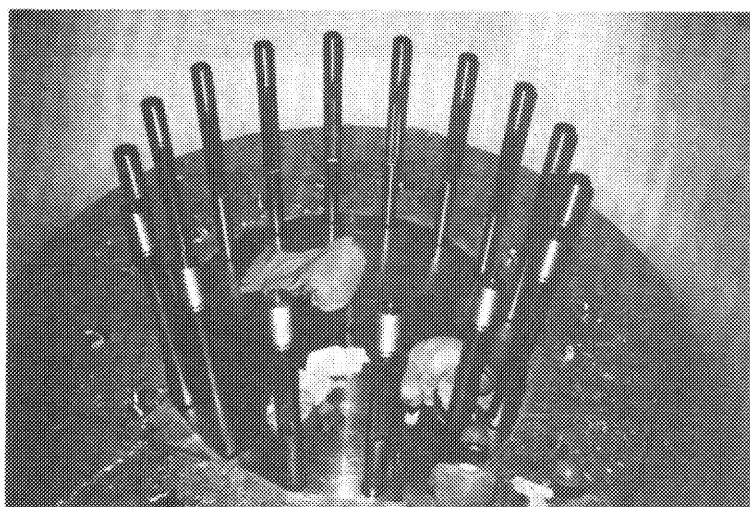
S. 58. 6. 24



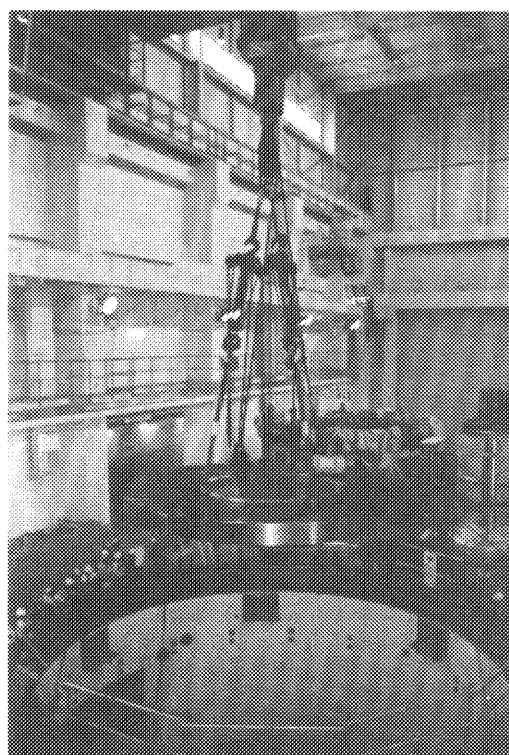


フライホイールNo.6 吊り込み作業

S. 58. 6. 28

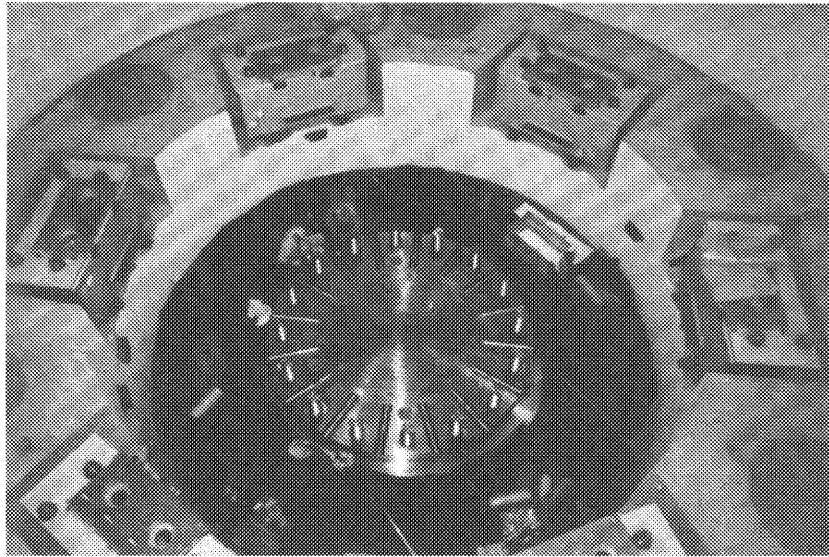


フライホイール用ボルト



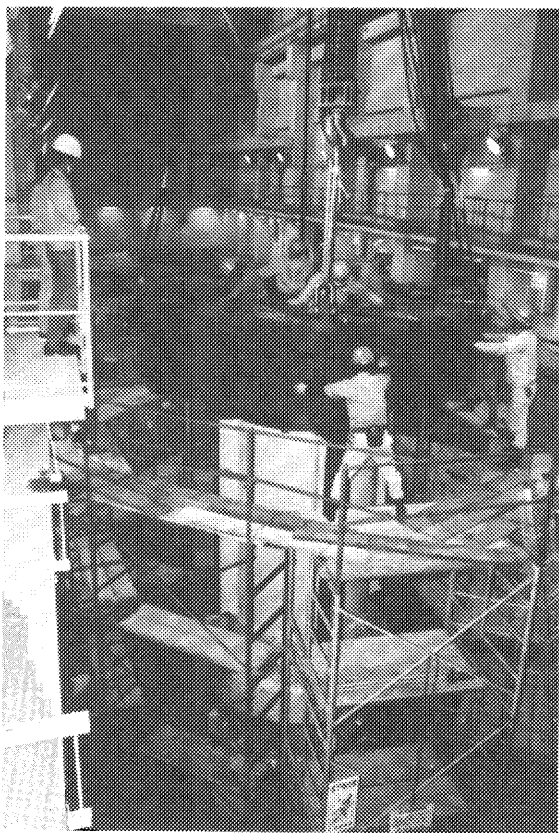
フライホイールNo.2 吊り込み作業

S. 58. 7. 12



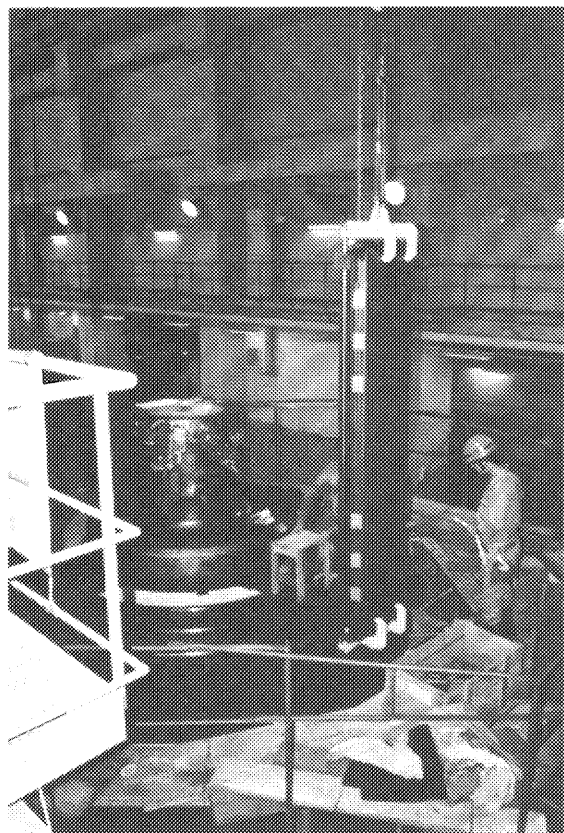
ディスタンスピース吊込設定

S. 58. 7. 14



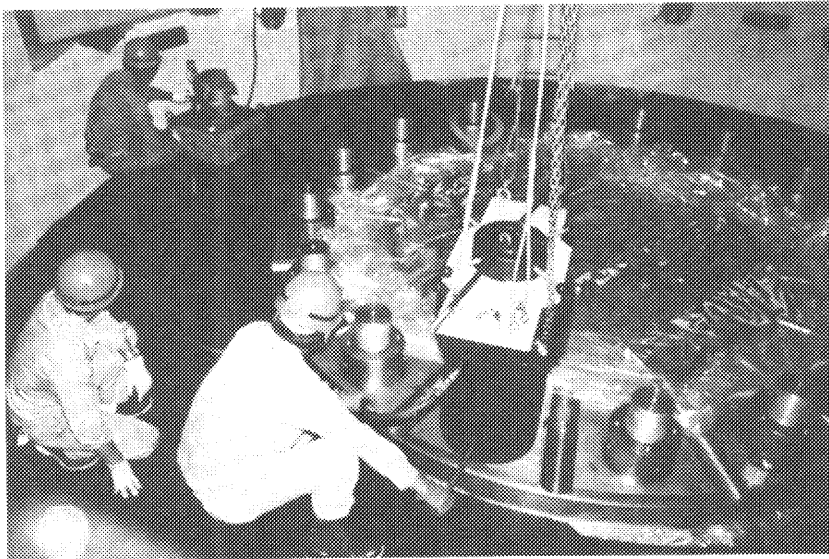
スパイダリムの取付状況

S. 58. 7. 14



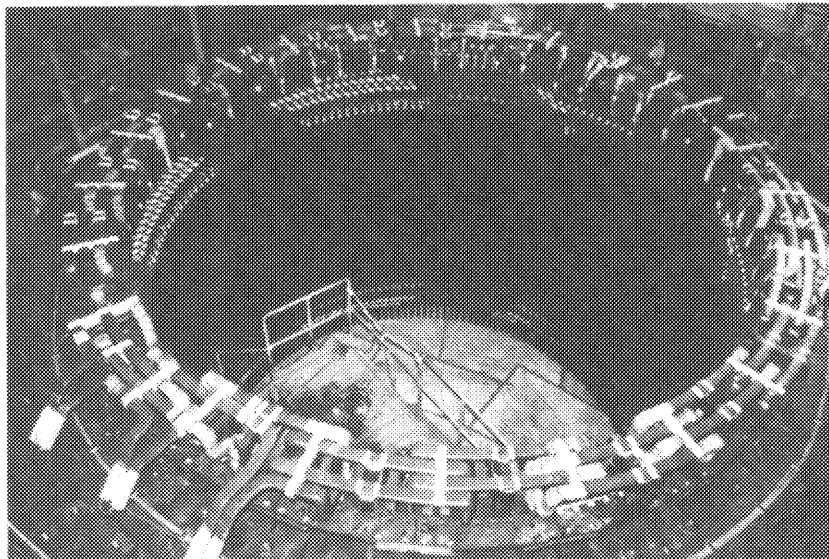
ローターポール組立状況

S. 58. 7. 21



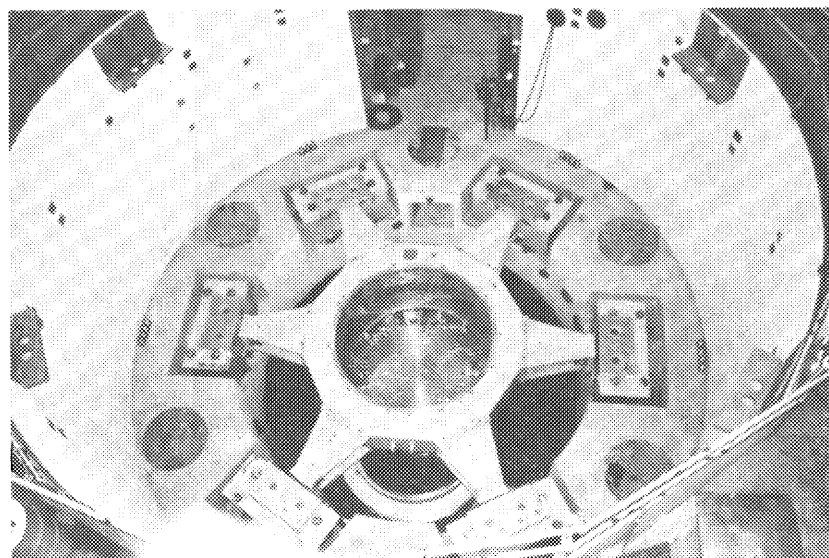
テンションメータで確認しながらのフライホイールボルトの締付状況

S. 58.7.21



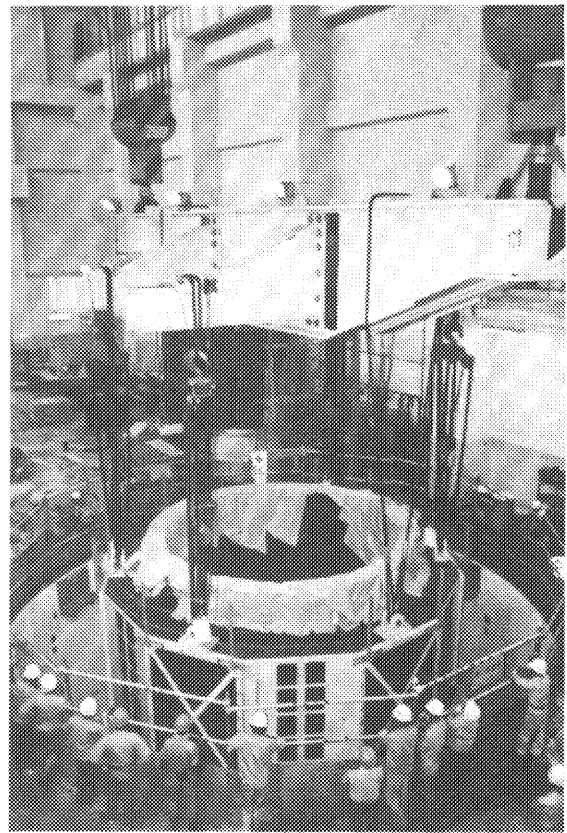
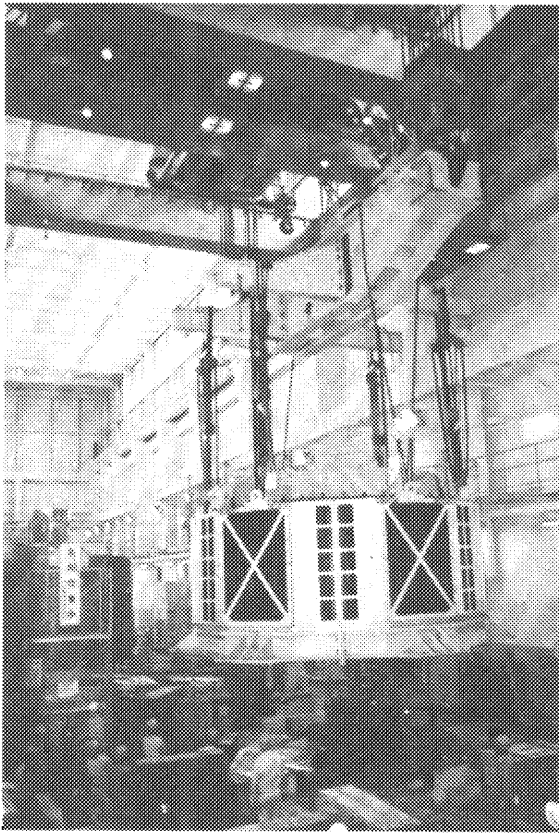
耐圧試験前の
ステータ巻線状況

S. 58.7.25

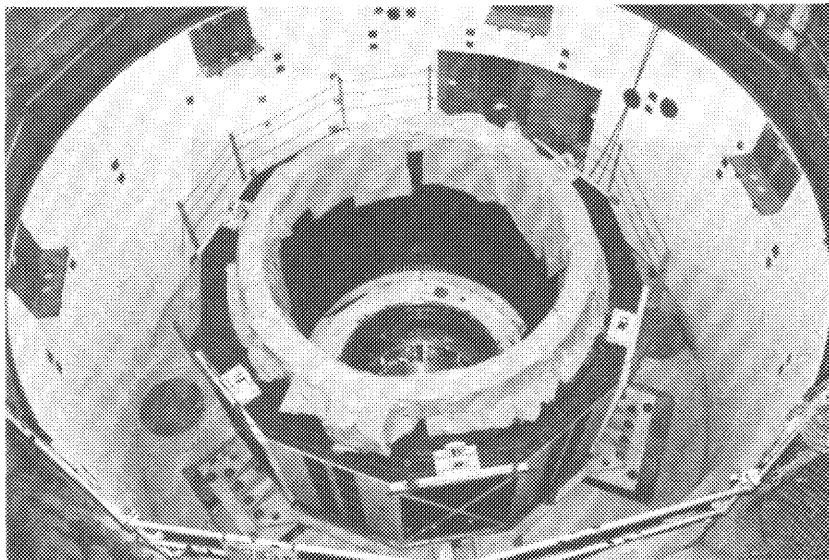


ステータ吊込前の
中間ブラケット状況

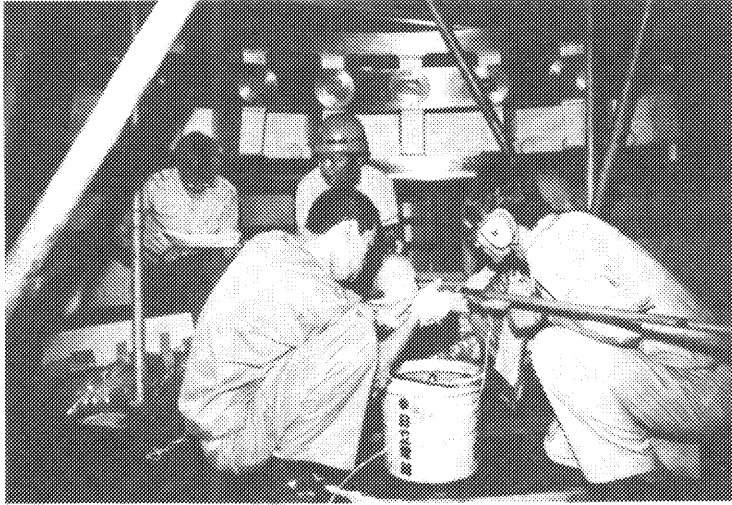
S. 58.8.4



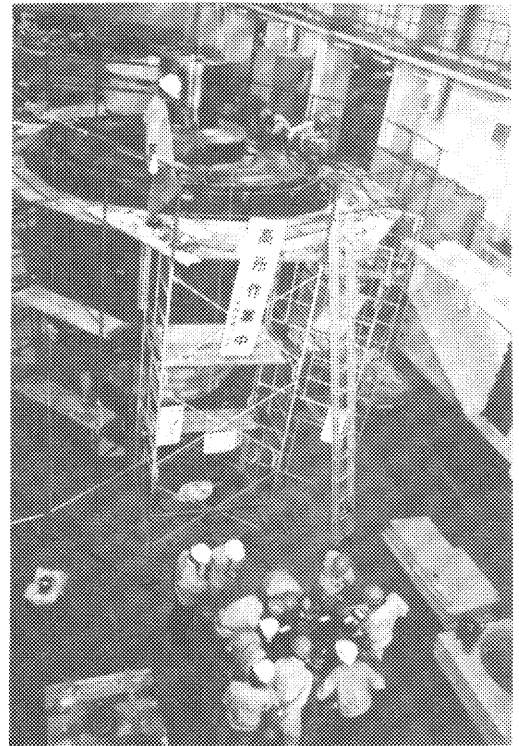
ステータ吊込状況
S. 58.8.4



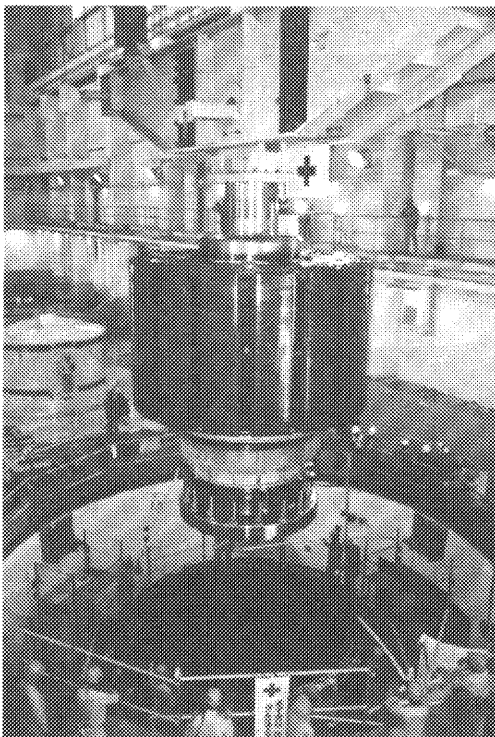
ステータ吊込終了状況
S. 58.8.4



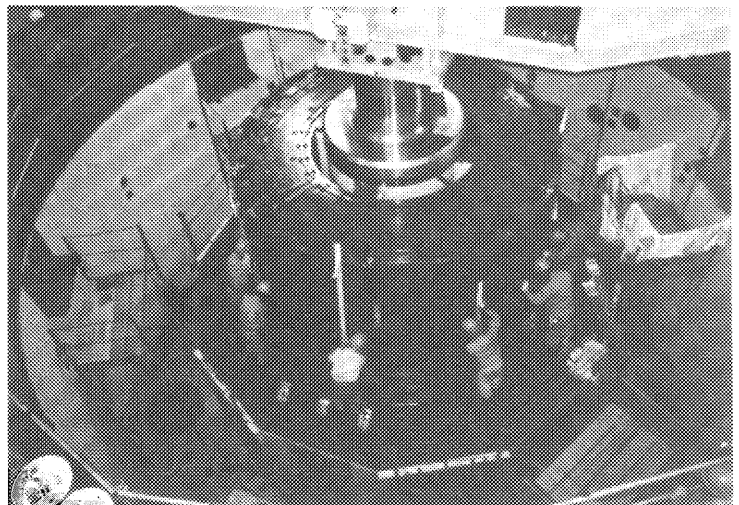
ステータセンタリング状況
S. 58. 8. 11

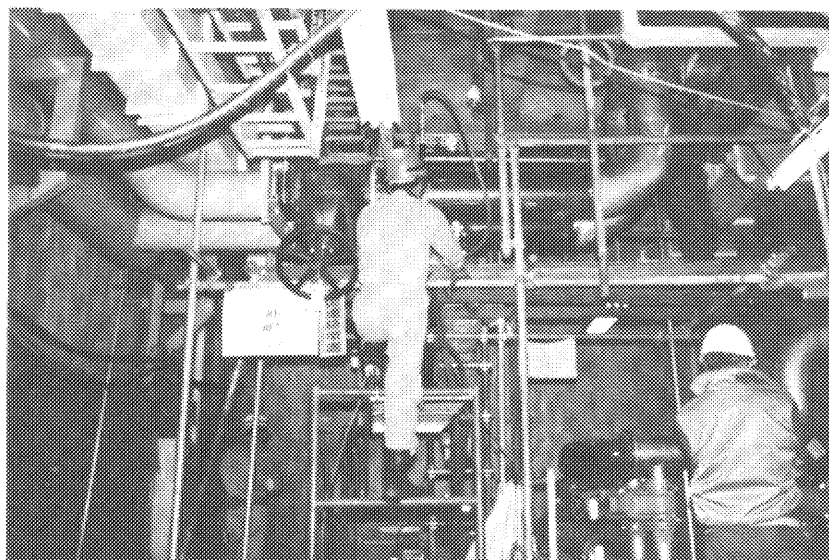


ロータコイル
分担電圧測定状況
S. 58. 8. 31



ロータ吊込状況
S. 58. 9. 2

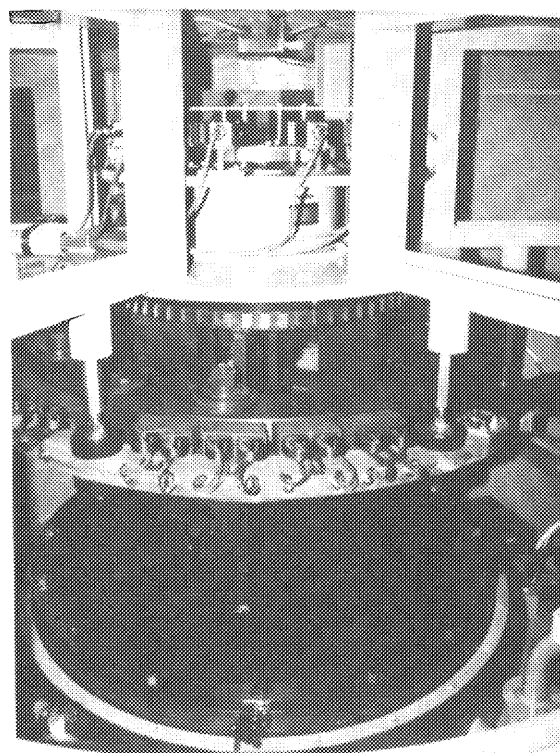
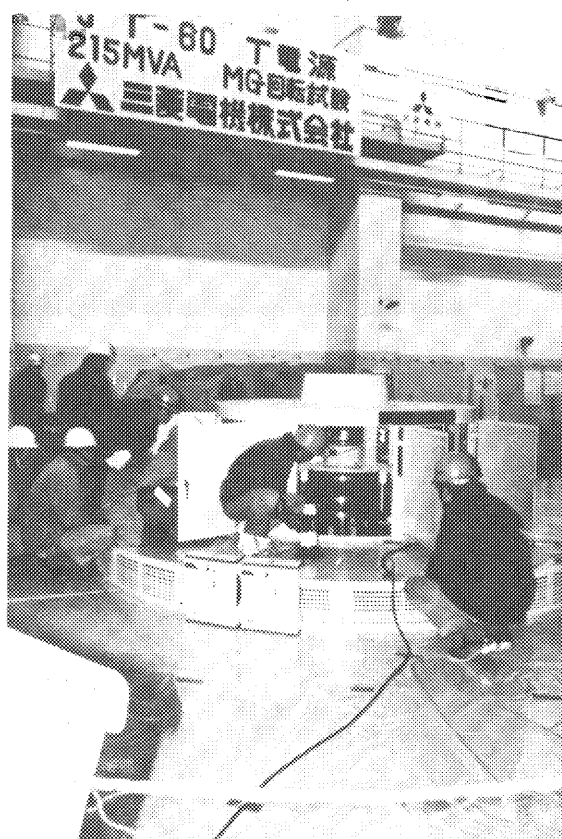




冷却水配管耐圧試験状況

15 kg/cm² 10 分間

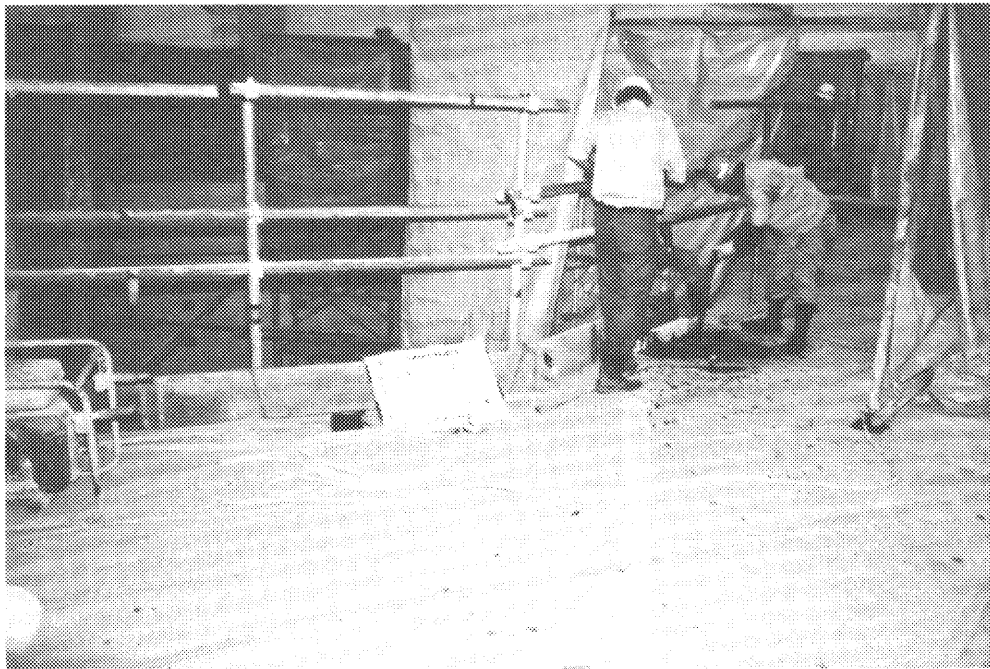
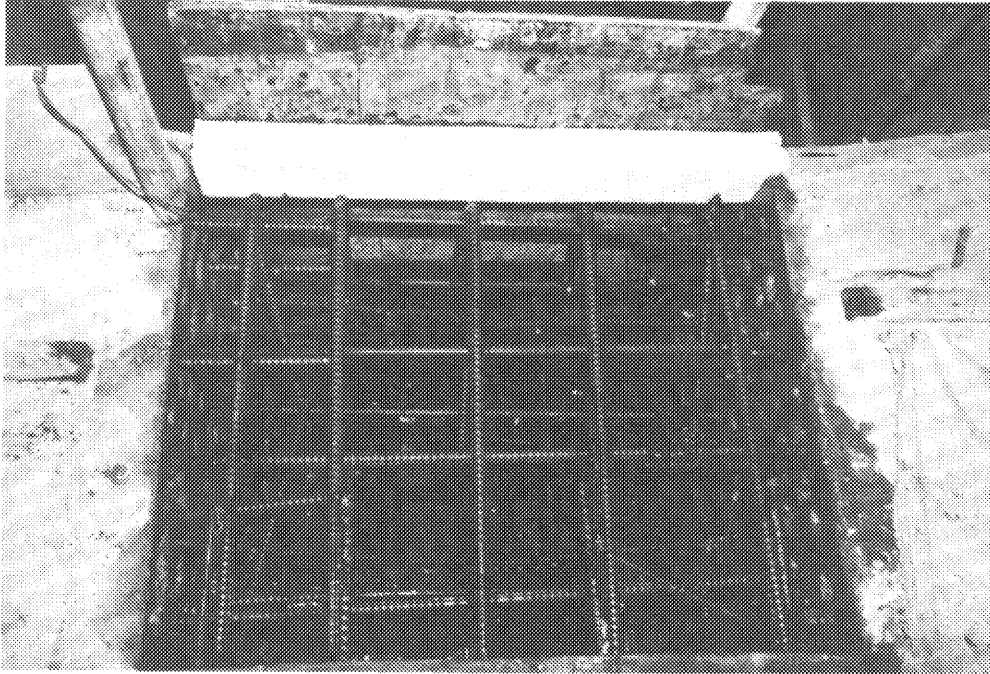
S. 58. 12. 2



MG回転試験状況

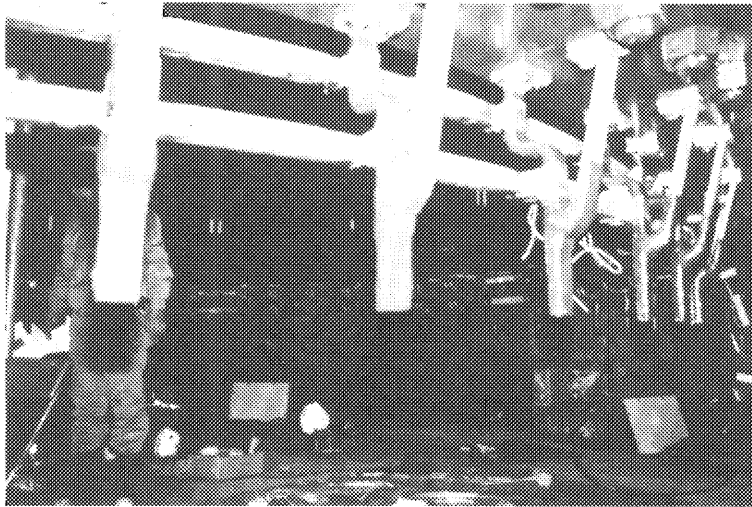
S. 59. 1. 18

3. 加熱用発電設備用フライホイール付電動発電機
現地据付工事写真集



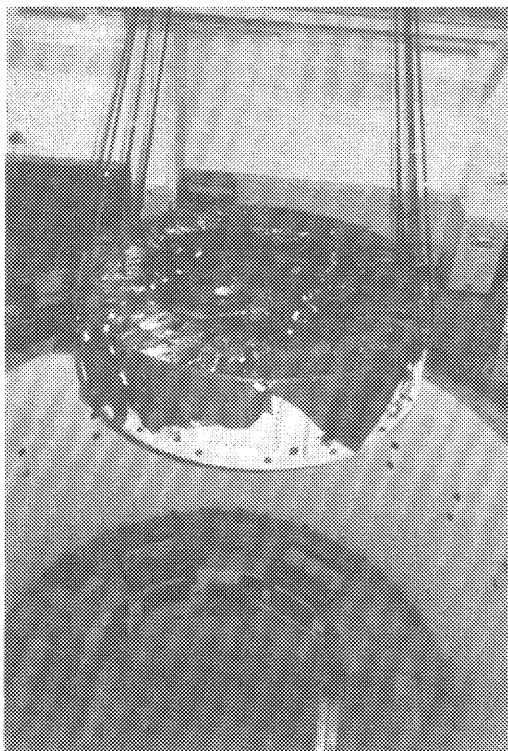
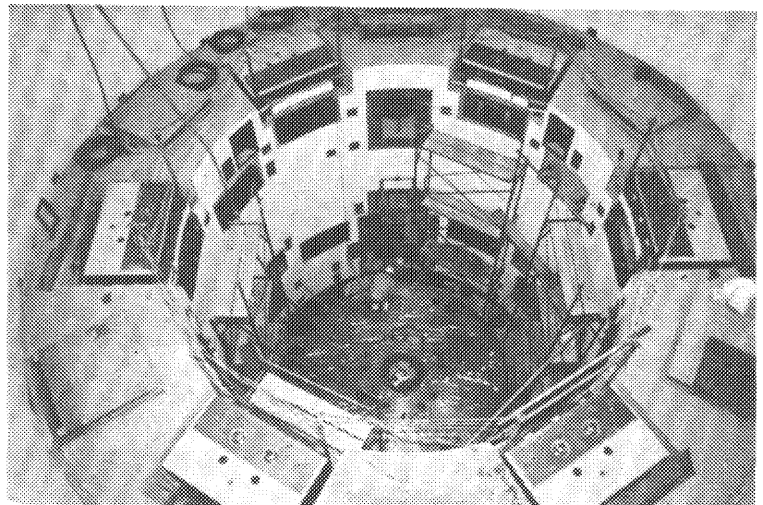
発電機棟 MGピット
上部防振ステー用アンカーボルト部
コンクリート打設状況

S. 58.9.1

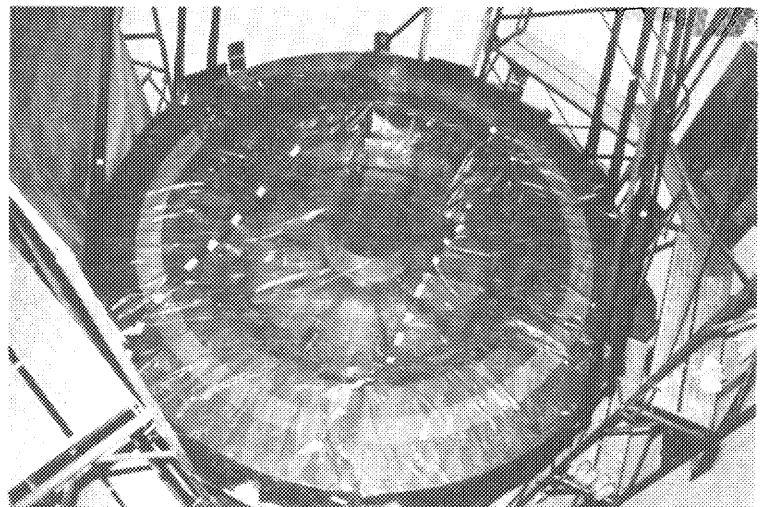


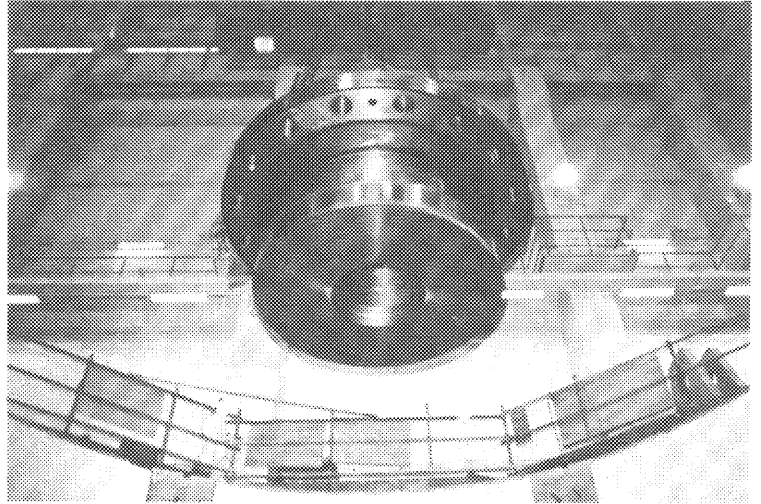
ステータ組線サポート支工部
S. 59. 1. 12

スラストベースグラウト
S. 59. 1. 12

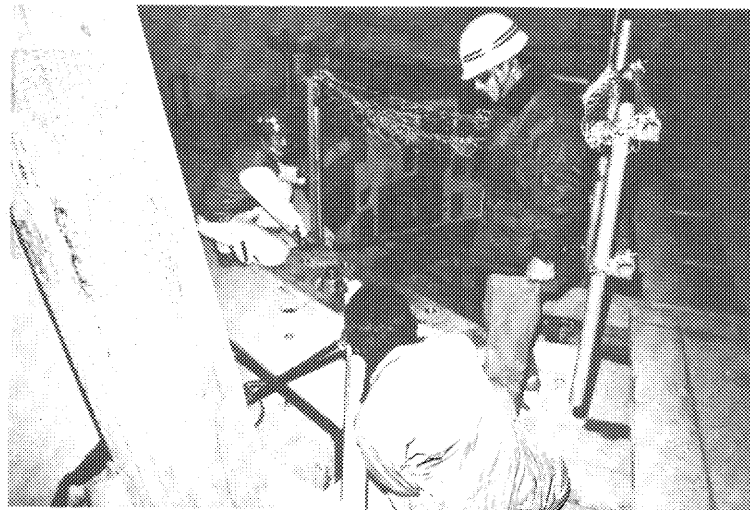
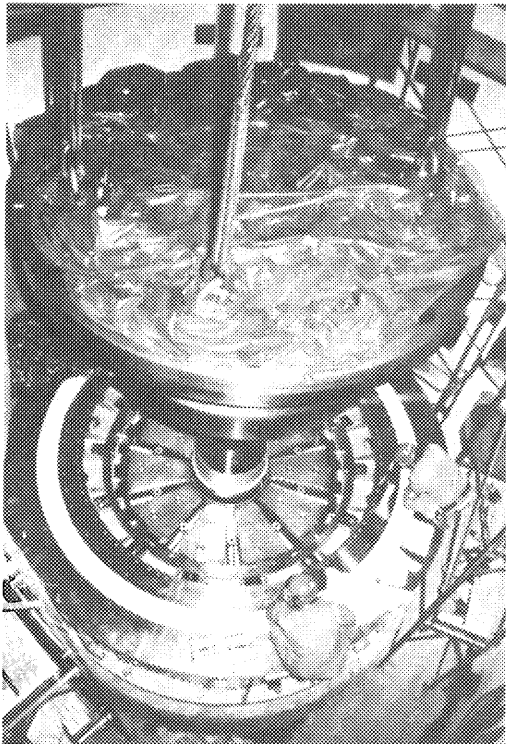


スラストブラケット吊り込み
S. 59. 1. 17

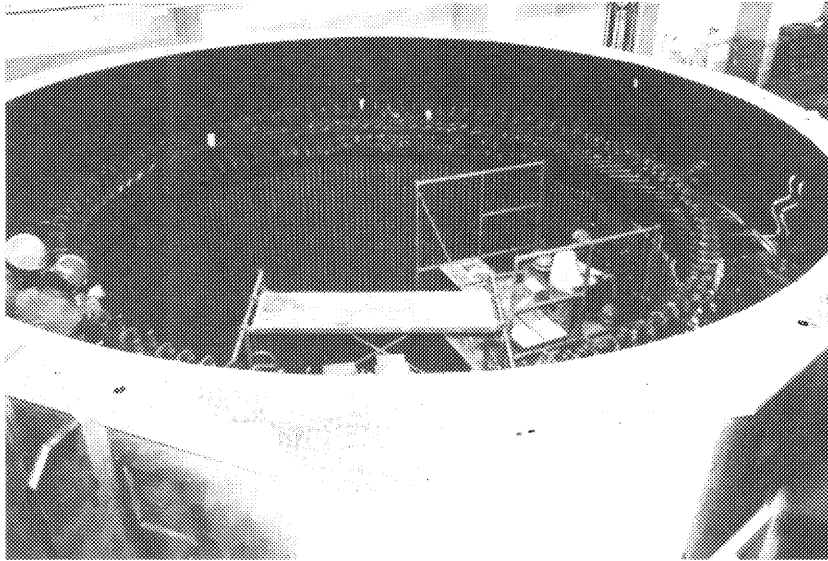




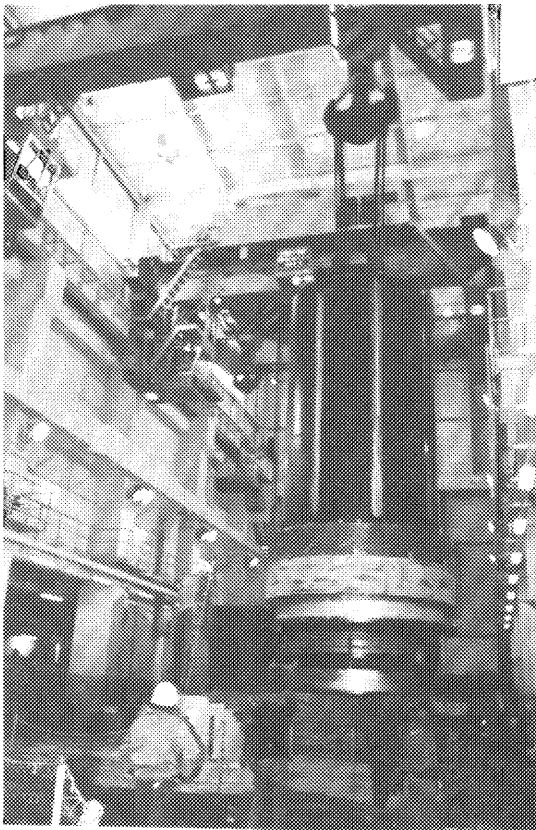
下部シャフト吊り込み
S. 59. 1. 17



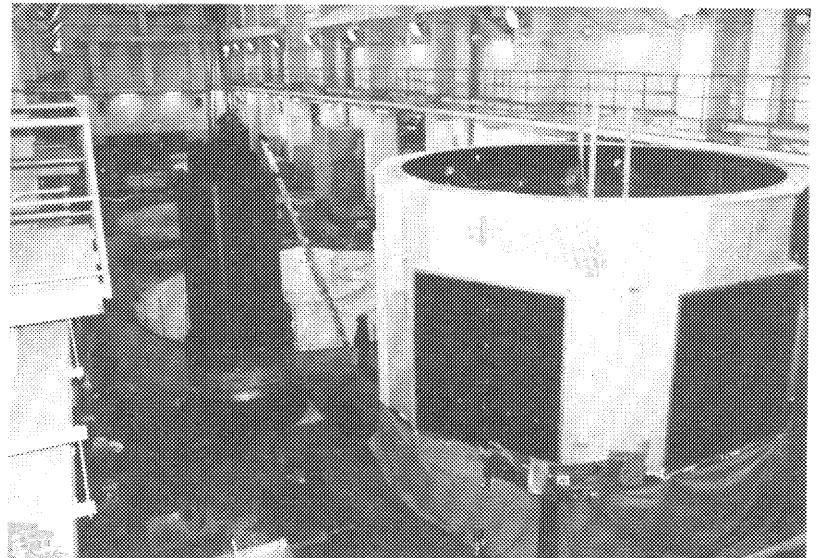
St ベース設定立会
S. 59. 1. 26

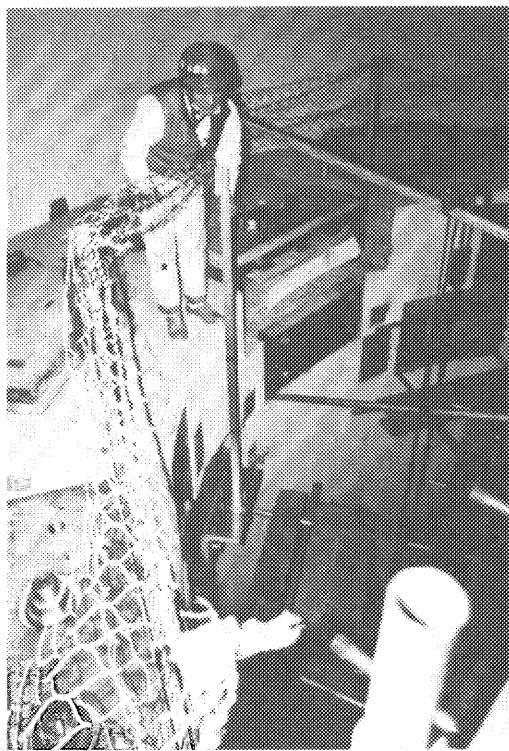


St組線作業
S. 59.1.28



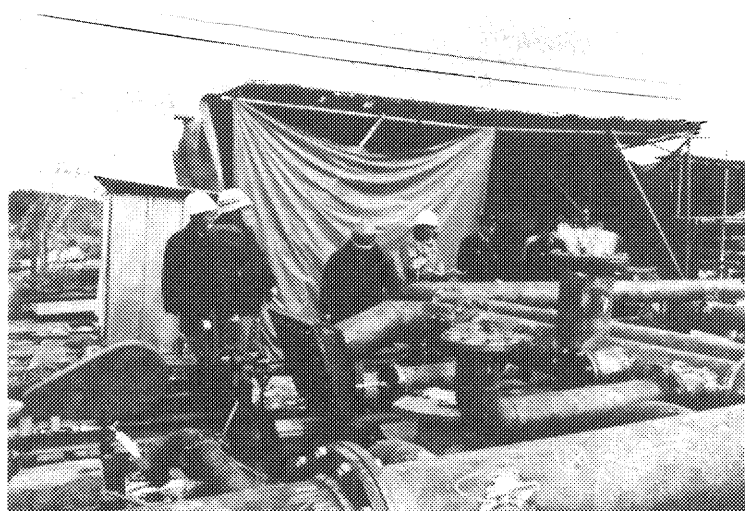
中間シャフト起立作業
S. 59.2.10





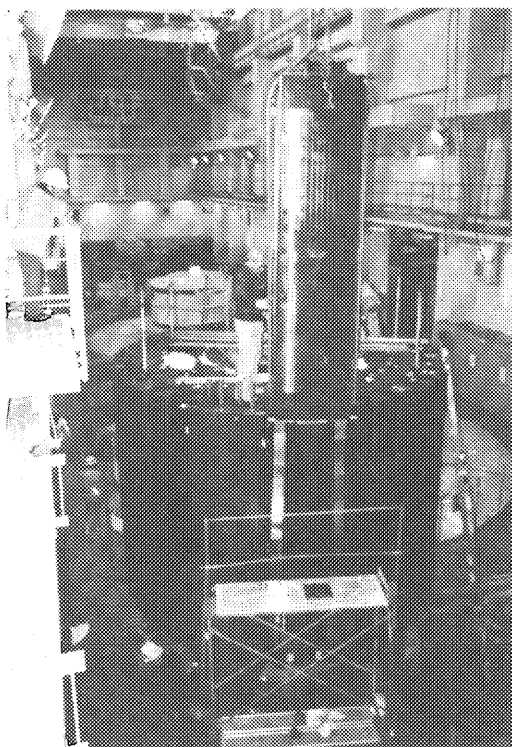
中間BK ベース設定立会

S. 59. 1. 31



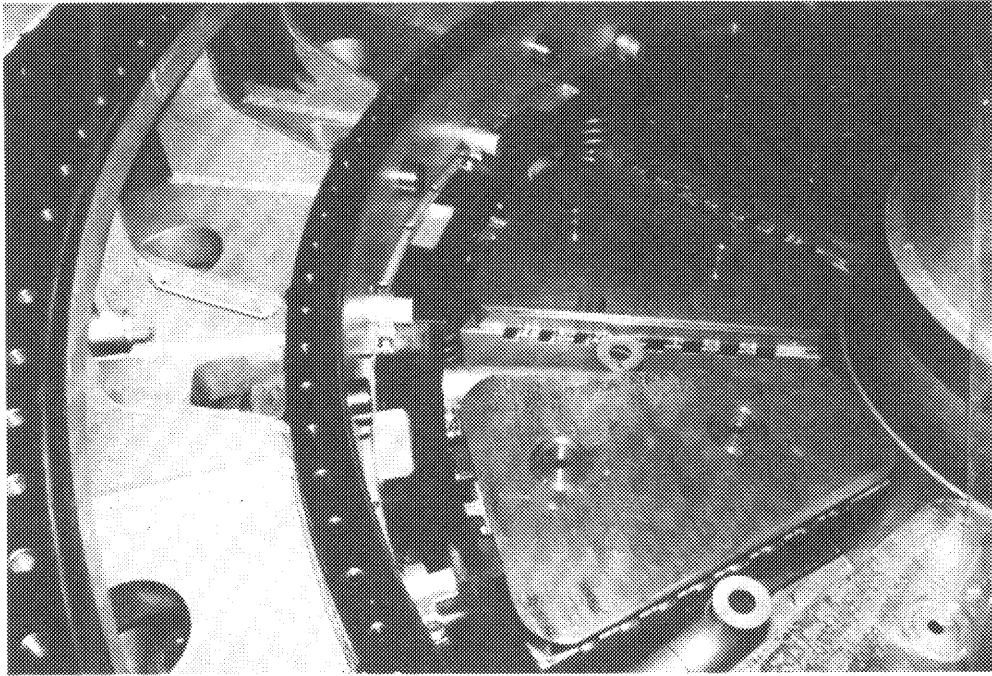
油配管耐圧 消防署立会

S. 59. 2. 8



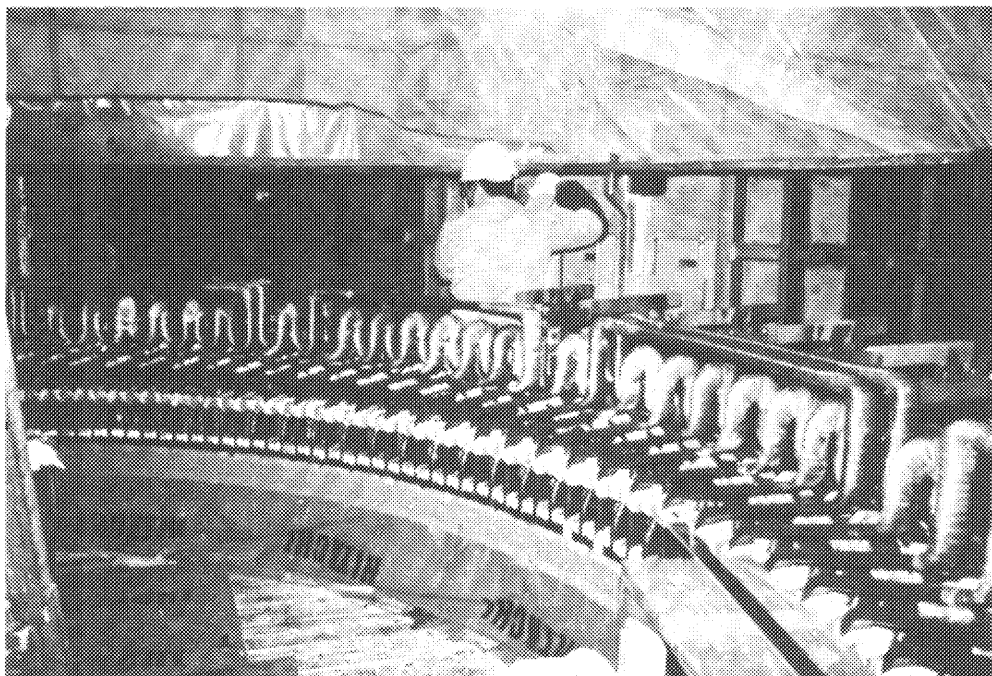
ロータ組立, ロータポール挿入

S. 59. 2. 22



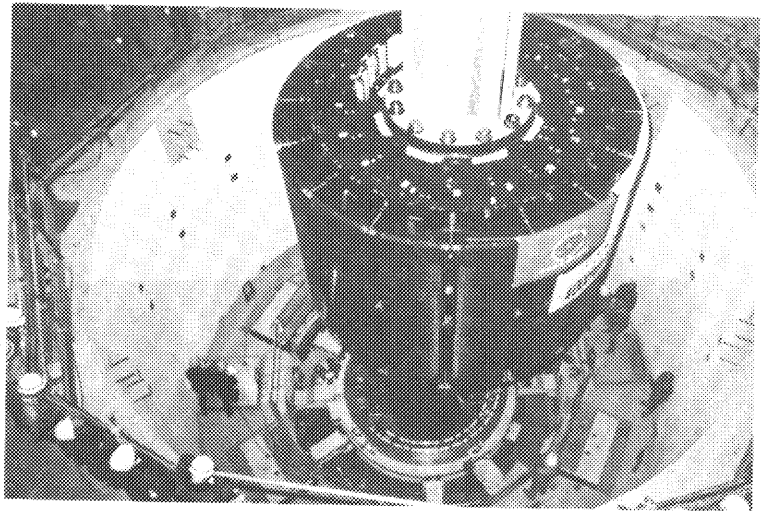
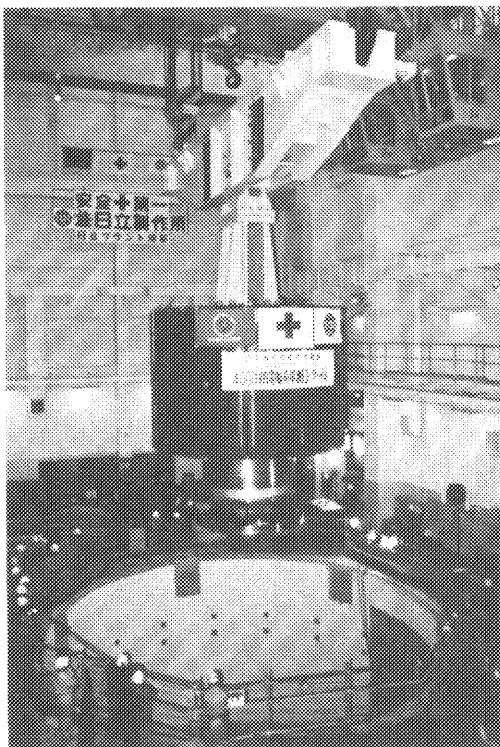
スラスト軸受

S. 59. 2. 22

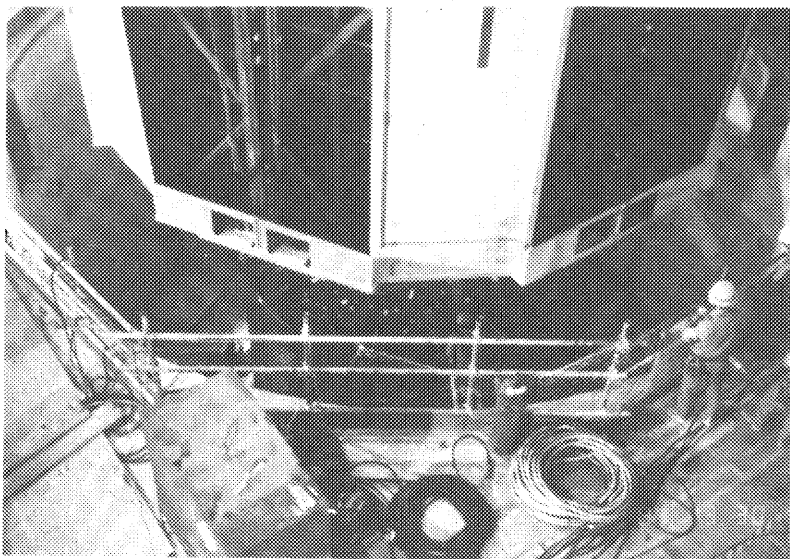
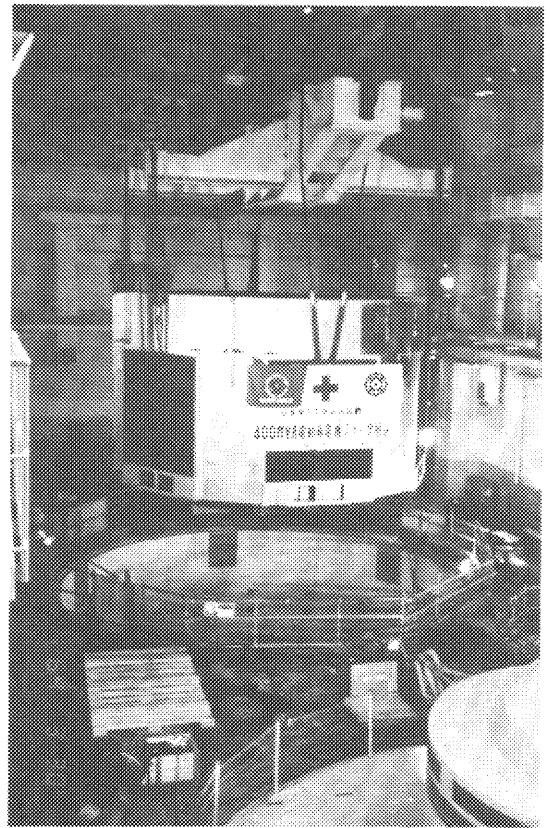
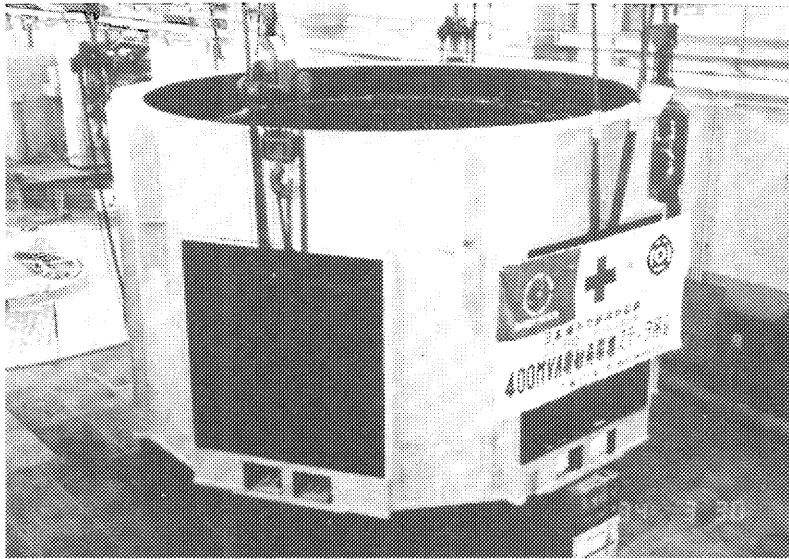


ステータ組線 (上部)

S. 59. 2. 24

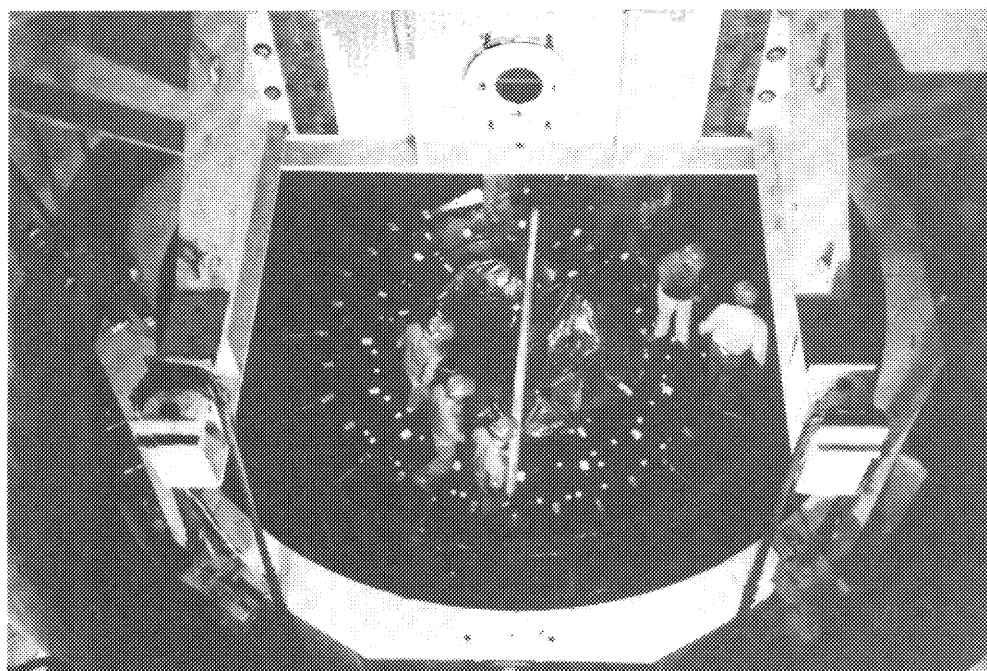
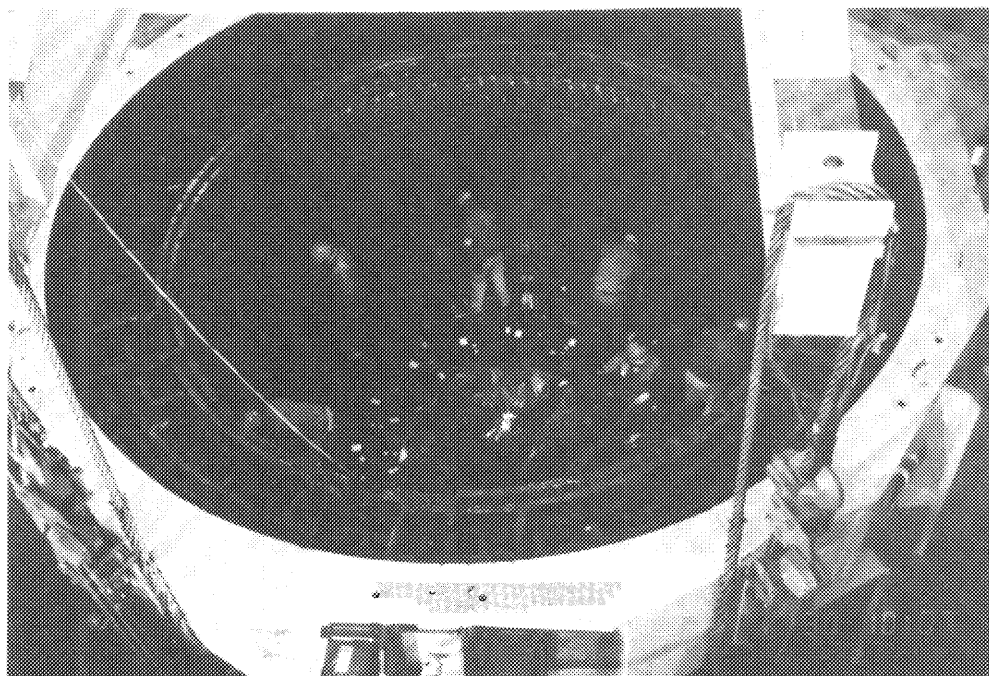


ロータ吊り込み
S. 59.3.21



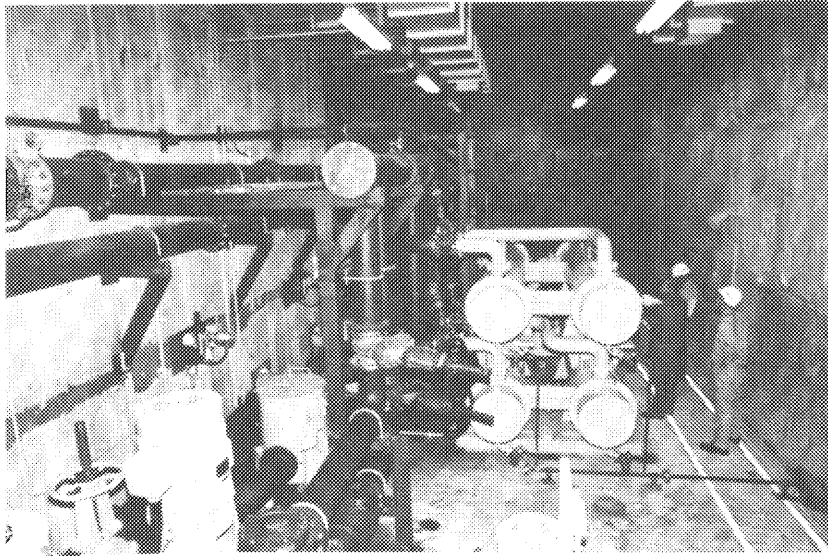
ステータ吊り込み(1)

S. 59.3.30

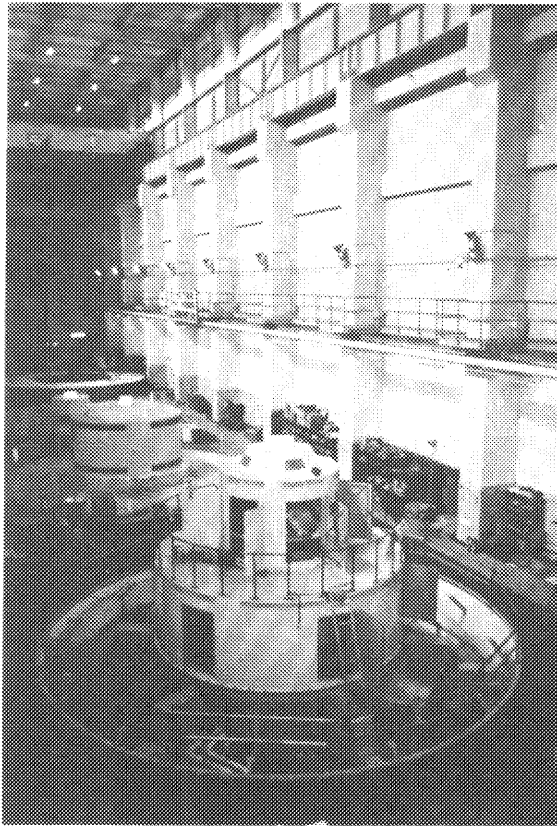


ステータ吊り込み(2)

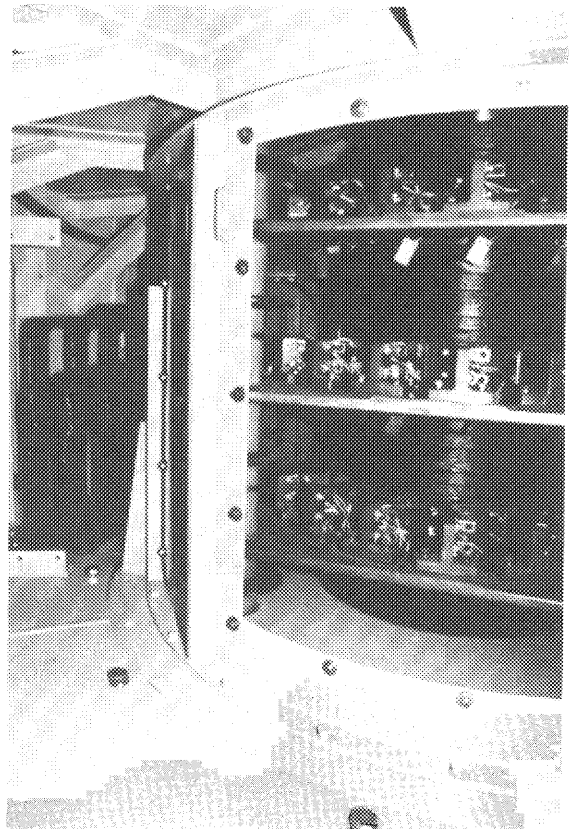
S. 59. 3. 30

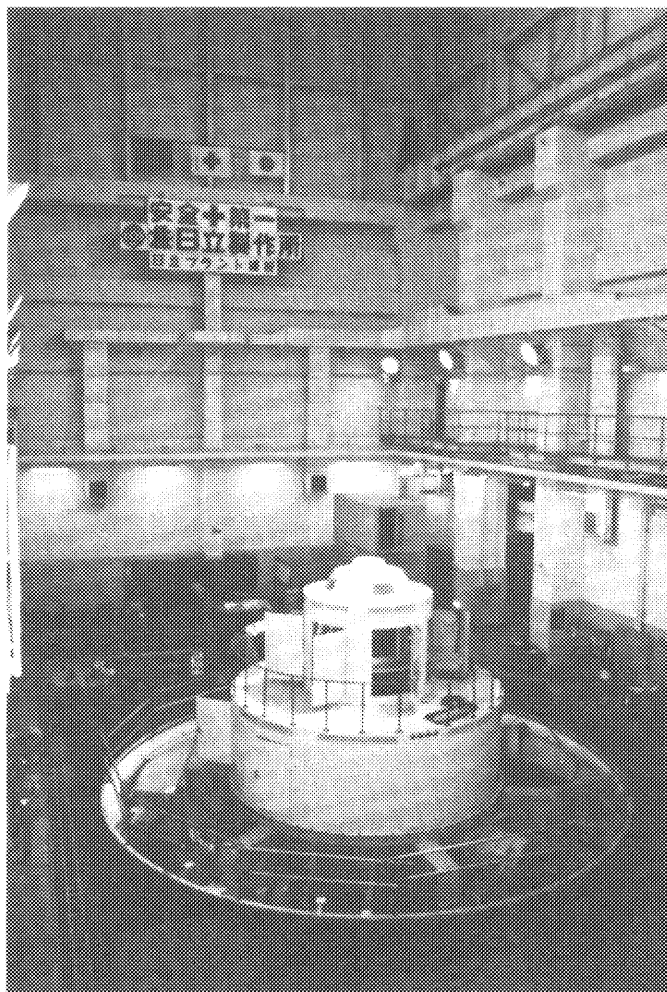


油冷却器室
油配管組立 消防署立会
S. 59. 7. 3



MG上部組立作業状況 (1)





MG 上部組立作業状況 (2)