

ガラス固化技術開発施設建設工事報告書

電気設備工事

Construction Report of Tokai Vitrification Facility

An Electricity Equipment for Process Building

1993年1月

動力炉・核燃料開発事業団

東 海 事 業 所

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-33

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所 技術開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section, Tokai Works, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, 4-33 O-aza-Muramatsu, Tokai-mura, Naka, Ibaraki-ken, 319-11, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

1 9 9 3 年 1 月

ガラス固化技術開発施設建設工事報告書
電気設備工事

Construction Report of Tokai Vitrification Facility
An Electricity Equipment for Process Building

覚方 邦江^{*1}, 福永 俊夫^{*1}, 田多井和明^{*1}, 木村 一英^{*2}
石川 一富^{*3}, 相沢 重樹^{*3}, 小田内浅二^{*3}, 新沢 幸一^{*1}
真道 隆治^{*1}, 室川 佳久^{*3}, 上野 勤^{*3}, 本橋 昌幸^{*1}
狩野 元信^{*4}, 大山 康昌^{*1}, 三宮 都一^{*1}

要旨

ガラス固化技術開発施設（以下「本施設」という）は、昭和63年より建設を開始し、電気設備工事（以下「本工事」という）については、昭和63年9月より工事着工し、平成3年7月末を以って完了した。

本報では、本工事の契約、工事、検査等の詳細内容を報告した。本報の主要な内容は、次のとおりである。

- (1) 工事の目的及び概要
- (2) 工事の仕様及び条件
- (3) 工事の方法及び手順
- (4) 施工上の技術的検討事項
- (5) 工事の延人数及び工数
- (6) 檢査
- (7) 工事中の不具合事例とその対策
- (8) 反省と今後の課題

* 1 : 建設工務管理室

* 3 : (現) 環境施設T V S

* 2 : (現) 大洗工学センター工務課

* 4 : (現) 本社 核燃料サイクル技術開発部業務課長

目 次

1. 工事の目的及び概要	1
2. 工事の期間	2
3. 工事場所	4
4. 工事の組織	4
5. 工事管理	9
6. 工事の仕様及び条件	11
6.1 受変電設備	11
6.1.1 高低压配電盤	11
6.1.2 直流電源装置	15
6.1.3 無停電電源装置	16
6.1.4 電力監視設備	17
6.2 幹線動力設備	19
6.2.1 動力分電盤	19
6.2.2 移動電源車用動力分電盤	22
6.3 照明コンセント設備	23
6.4 通信設備	24
6.4.1 電話設備	24
6.4.2 放送設備	24
6.4.3 ページング設備	25
6.4.4 I TV設備	25
6.5 自動火災報知設備	26
6.6 接地避雷設備	27
7. 工事の方法及び手順	28
8. 施工上の技術的検討事項	44
8.1 耐震評価	44
8.2 防火区画貫通部の防火措置	46
8.3 ケーブルサイズの検討	52
8.4 ヒータの制御方式について	52

8. 5 操作用変圧器一次側ブレーカの選定	5 3
8. 6 電動機の始動時間に関する検討	5 4
8. 7 インバータの瞬停再始動について	5 5
8. 8 盤仕様の統一	5 5
9. 工事の延人数及び工数	5 9
10. 檢　　査	6 0
10.1 検査実施概要	6 0
10.2 検査に要した人工数	7 0
11. 工事（設計）変更項目	7 1
12. 工事中の不具合事例とその対策	7 4
13. 反省及び今後の課題	7 7
14. 謝　　辞	7 8

1. 工事の目的及び概要

1) 目的

ガラス固化技術開発施設（以下「本施設」という。）の電気設備工事（以下「本工事」という。）は、事業所内の特別高圧変電所から 6600V 2回線で本施設の受変電設備に受電し、動力用 3相 400V、照明用 200／100V に降圧し、動力機器、照明器具等の負荷に給電するために実施した工事である。

本施設は、再処理施設の付属設備であり、核燃料物質、核分裂生成物等を取り扱うため、排風機、放射線管理設備機器等の最重要負荷を有している。商用電源停止時には、これらの最重要負荷に対し、非常用発電設備又は無停電電源設備から給電できる様設計・施工した。

その他、本施設の安全を維持するための接地設備及び避雷設備並びに運転をサポートするための通信設備についても本工事に含まれる。

なお、本工事は、管理の都合上、以下の 7 工事に分類した。

- (1) 受変電設備工事
- (2) 幹線動力設備工事
- (3) 照明コンセント設備工事
- (4) 通信設備工事
- (5) 自動火災報知設備工事
- (6) 接地避雷設備工事
- (7) 引込工事

2. 工事の期間

本工事の主要工程を表－2.1「電気設備工事主要工程表」に示す。

本工事は、当初、昭和63年9月30日から平成3年3月31日の予定で開始したが、開発棟建築工事の工期変更に伴い、納期が平成3年7月31日に変更となり、検収に至った。

工事は、設計図書の見直しに専念した期間を経て、昭和63年11月から建築工事と歩調を合わせ、埋込金物、埋設管工事等を行い、その後、

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1) 受変電設備工事 | 平成元年12月から平成3年1月 |
| 2) 幹線動力設備工事 | 平成元年6月から平成3年5月 |
| 3) 照明コンセント設備工事 | 平成2年1月から平成3年6月 |
| 4) 通信設備工事 | 平成2年3月から平成3年3月 |
| 5) 自動火災設備工事 | 平成3年1月から平成3年5月 |
| 6) 接地避雷設備工事 | 平成元年9月から平成2年5月 |
| 7) 引込工事 | 平成元年9月から平成2年12月 |

で行い、それぞれ必要な検査を実施した後、平成3年4月20日に高圧受電し、順次負荷側へ給電した。

最終的には、平成3年7月28、29日の両日で消防の立会検査を受検し、平成3年7月31日に建築主事による建築確認検査を行い終了した。

表-2.1 電氣設備工事 主要工程表

3. 工事場所

本工事の工事場所を図－3.1 「再処理施設配置図」に示す。

本工事は、特高変電所、第二中間開閉所、再処理警備所及びガラス固化技術管理棟の一部、本施設開発棟全域並びにそれらを結ぶ共同溝で行われた。

更に、本工事をサポートするため、再処理工場敷地内の実規模開発試験室横に仮設事務所を設けた。

4. 工事の組織

建設工務管理室の工事管理組織を図－4.1に、業者の工事管理組織を図－4.2に示す。

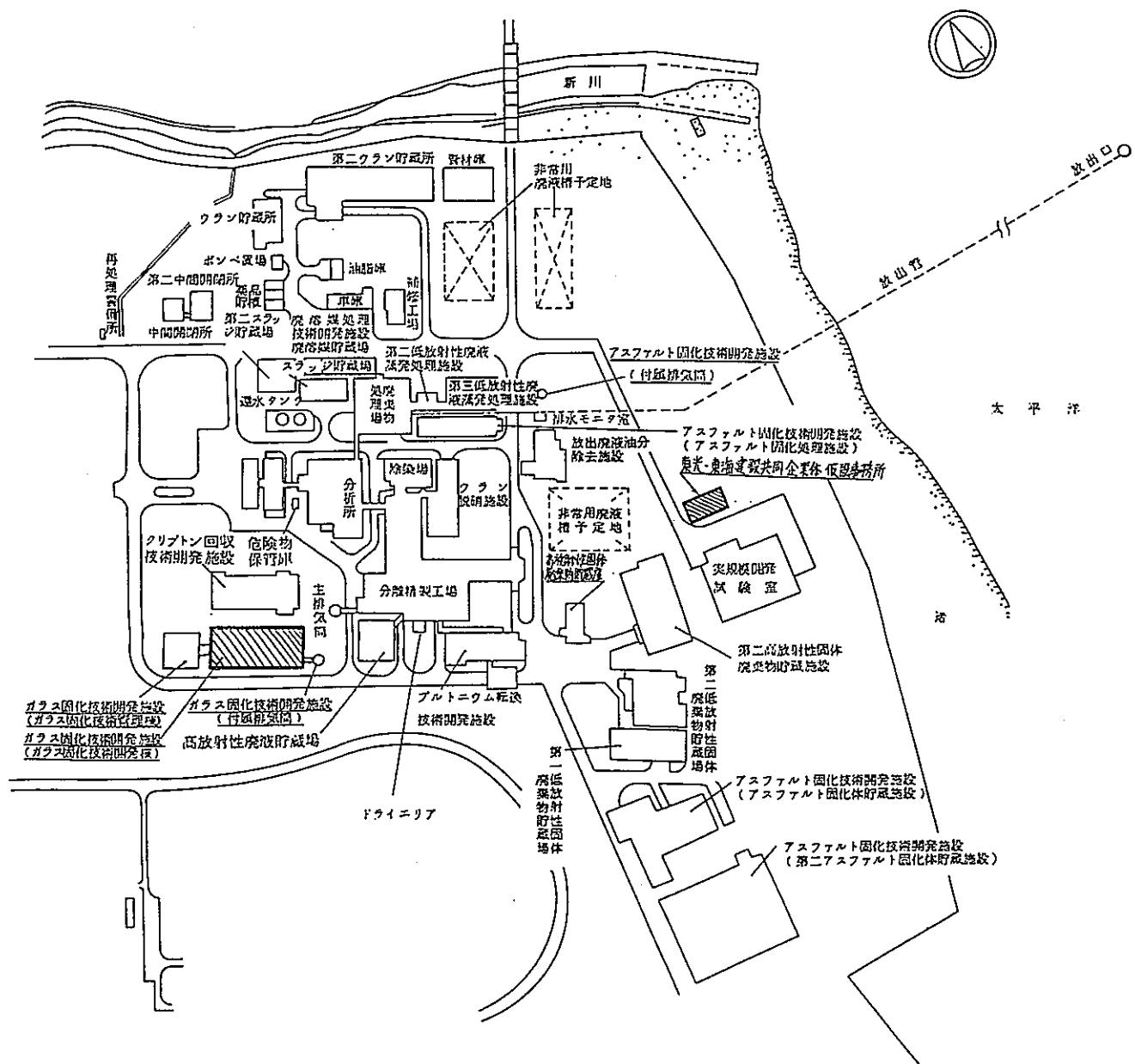
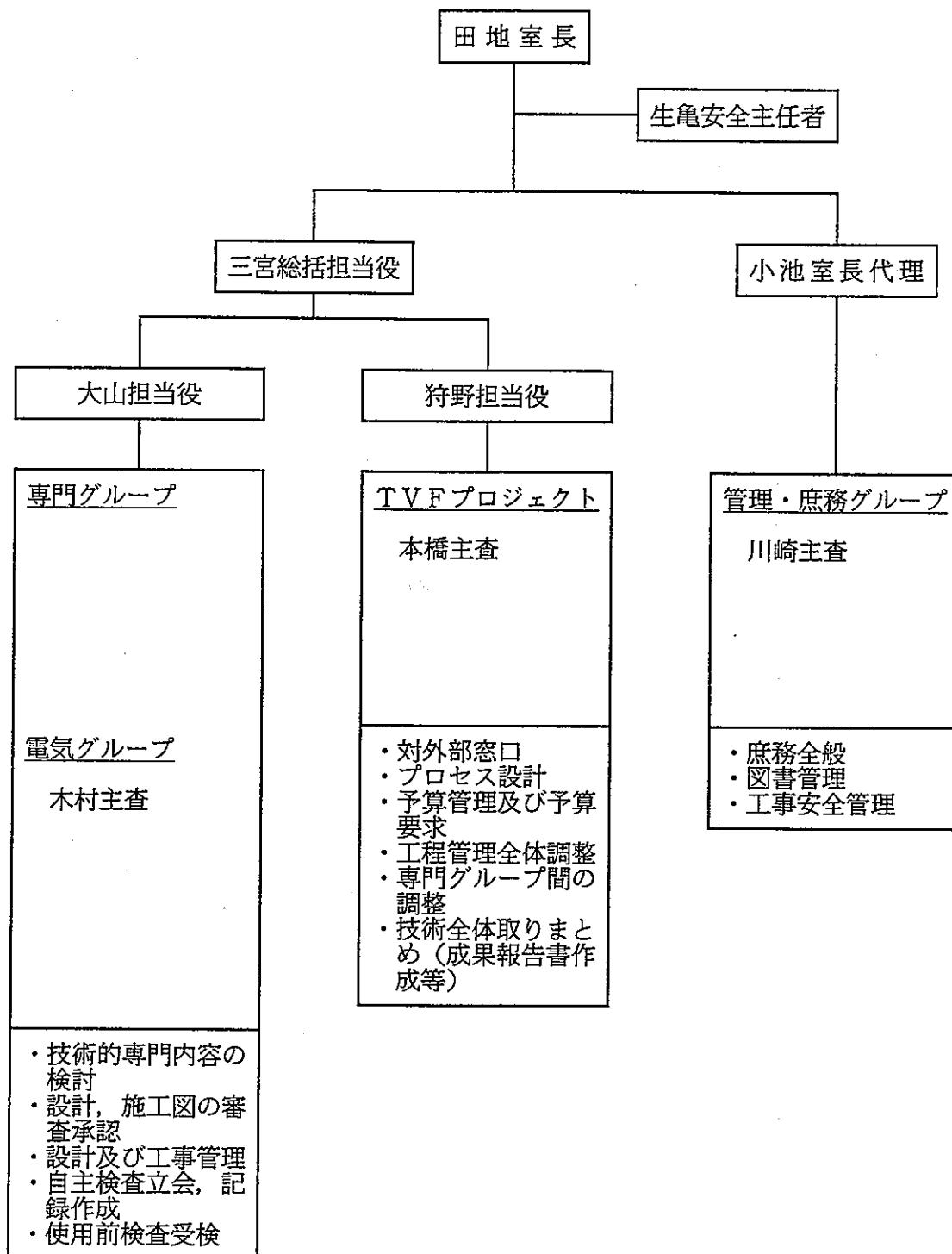


図 3. 1 再処理施設配置図



図－4.1 建設工務管理室 工事管理組織図

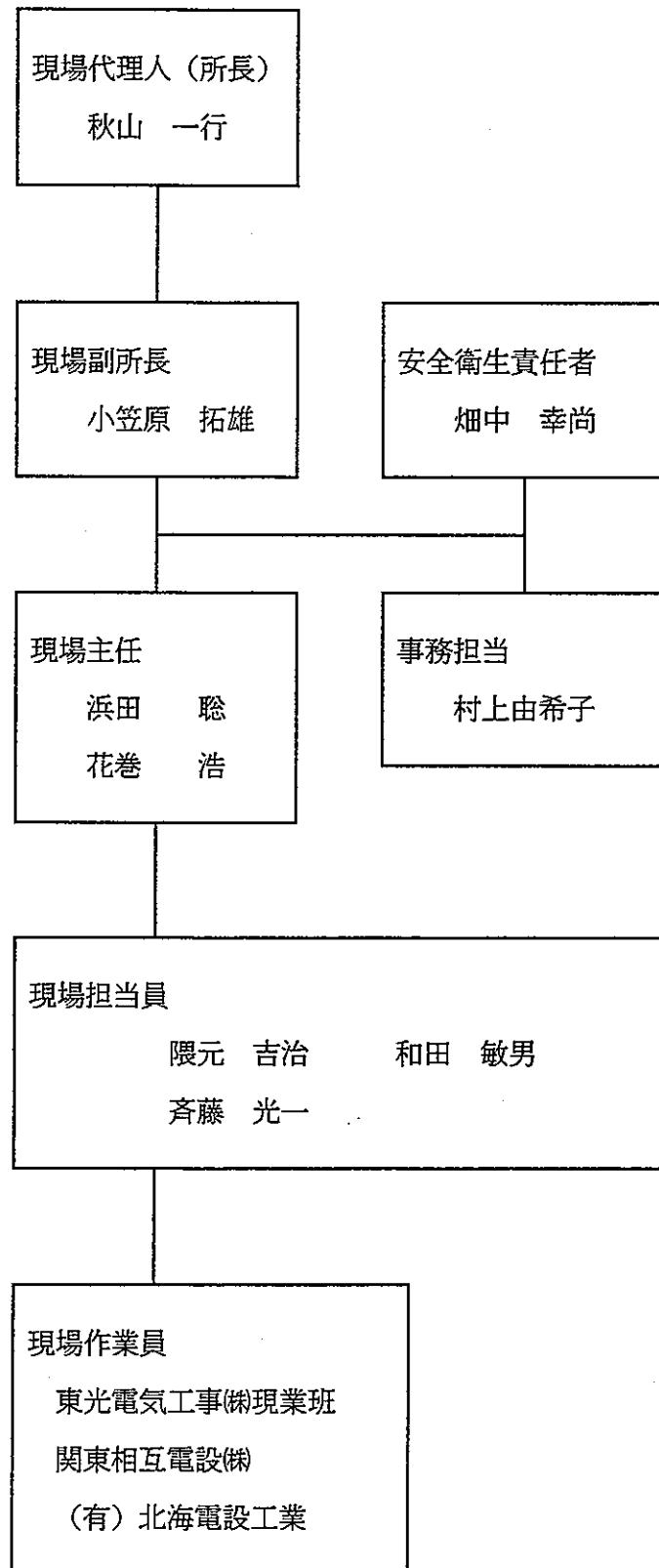


図-4.2 業者 工事管理組織図

5. 工事管理

5.1 工程管理

1) 工程表

工程管理を行うにあたり、マスター工程表、3ヵ月工程表、3週間工程表を用いた。

(1) マスター工程表

本工事では、建築工事、換気空調・給排水衛生設備工事と調整の上、契約時から納期に至るまでの設計・制作・据付・検査（官公庁検査を含む）概略工程をマスター工程表として作成し、進捗管理の目安とした。

(2) 3ヵ月工程表

本工程表は、マスター工程表及び現地・工場の進捗状況に基づき、前月実績、今月及び翌月予定を示したものである。

本工程表では、実績及び予定が併記してあるため、工程が遅れたとき何故遅れたか、また、その遅れをどのように吸収するか等が分かり、大枠での工程把握ができた。

更に、本工程表に実績のイナズマを記入し、定期的にメーカーに提出させることにより、実績が一目で分かり、管理し易くなった。

(3) 3週間工程表

本工程表、前週実績、今週及び翌週予定を記載したものであり、工程管理のための最も詳しい工程表である。

本工事では、本工程表を用いて、日単位の工事進捗管理を行った。

2) 定例工程会議

本会議は、建築、換気、装置工事他関連13工事のメーカー、建設工務管理室総括担当役他担当者に至るまで一同に介し、月1回定期的に実施した。

本会議では、工程に関する質疑応答に加え、普段担当者ベースでは解決できない問題点等について担当役がその場で判断を下し、工程がスムーズにキープできる様にした。

3) トレース会議

本会議は、原則として毎週月曜日に、主要工事（建築、電気、換気、装置）メーカーと行った。

工程を管理する上では、遅れ原因の本音をさぐり、それに基づく適切な対応が必要であると判断した。そこで、工事メーカー毎に時間をずらして行い、本音を聞き出し対応した。

5.2 安全管理

安全は、毎日の作業者自身の注意、管理者による指導等の積み重ねにより確保されるものである。しかし、それらの積み重ねも、廻りの環境整備が計られなければ、一瞬にして、崩壊するものである。

本項では、廻りの環境整備にあたる、安全管理計画書、新規入場者の教育、ツールボックスミーティング、危険予知ミーティング、安全パトロールについて記すものである。

1) 安全管理計画書

安全管理計画書は、建設工務管理室の安全管理基準に基づき作成したものであり、主要災害防止対策、安全管理組織等について記載したものである。

安全管理組織を図-4.3に示す。

2) 新規入場者の教育

新たに雇い入れた作業者には、構内遵守事項・安全衛生規則等に基づき、安全専任者により安全教育を行った。

なお、この際、健康であること、高所作業の経験の有無、資格の有無等の確認を行い、作業者の適切な配置に心掛けた。

3) ツールボックスミーティング（TBM）

毎日朝礼後にTBMを行い、安全作業指示書に作業内容・安全ポイントを記載し、これに基づき作業者全員に作業内容・安全の徹底を図った。

4) 危険予知ミーティング

毎日TBM後、当日の作業内容に応じ、潜在危険の先取除去を目的として、作業者同志による危険予知ミーティングを行った。

5) 安全パトロール

安全パトロールは、安全衛生協議会（PNC及び本施設工事受注業者で組織）建設工務管理室安全主任者・管理職、建設工務管理室専門Gr（TVFPj含む）毎に月1～2回定期的に実施した。

パトロールで発見した指摘事項を関連業者に連絡し、対策した後、その内容を所定の用紙に記載してPNCに提出させた。

5.3 品質管理

品質管理は、「品質保証管理規程」第16条及び「原子力施設に係る品質保証管理計画書」に基づき、設計、製作、施工、検査・試験の各段階で品質保証活動の具体的な事項を定め実施した。

また、一定期間毎にQAパトロールを行い、指摘事項を業者に連絡し処置することにより、品質を管理した。

6. 工事の仕様及び条件

6.1 受変電設備

本施設の商用電源は東海事業所内特別高圧変電所から2回線（内1回線は予備）の送電線で給電する。

本施設の給電系統は2系統設け、最重要負荷にはいずれの系統からも給電できるようにした。商用電源停電時には、ガラス固化技術管理棟の非常用発電機（優先機）から最重要負荷に給電し、万一ガラス固化技術管理棟の非常用発電機が起動しなかった場合には、第二中間開閉所の非常用発電機（後備機）から最重要負荷に給電する設計とした。

電気系統図を図-6.1に示す。

本施設の受変電設備は、高圧受電盤、低圧配電盤、直流電源装置、無停電電源装置により構成され遠方監視は、電力監視設備にて行う。本施設の全体電源系統を図-6.2に示す。

6.1.1 高低圧配電盤

高低圧配電盤は、重要系統部（2号系）及び一般系統部（1号系）の2系統に分かれており、開発棟2階電気室（2室）に各系統毎に配置した。

1号系は高圧受電盤（4面1列）、低圧配電盤（12面3列）構成で（W260室）に、2号系は高圧受電盤（5面1列）、低圧配電盤（10面3列）構成で（W261室）に配置する。

負荷への給電は、最重要負荷に対しては重要系（2号系）一般系（1号系）の2系統から給電し、一般負荷に対しては一般系（1号系）から1系統給電する。

重要系統部（2号系）には同期盤を設け、本施設の非常用発電設備、又は、第二中間開閉所の非常用発電設備と商用電源間の自動及び手動同期制御を行う。

また、低圧配電盤には、力率改善用のコンデンサを設け、自動力率調製装置にて制御する。

1) 高圧受電盤機器仕様

(1) 構造	屋内形
(2) 形式	JEM-1153 F2級
(3) 構成	KX1 4面1列（一般系） KX2 5面1列（重要系）
(4) 電気方式	3相3線式 6.6KV 50HZ
(5) 定格電圧	6.9KV
(6) 定格電流	600A
(7) 定格しゃ断電流	12.5KA （しゃ断器）
(8) 定格短時間電流	12.5KA 1秒間（母線）

- (9) 絶縁階級 6号A
(10) 耐震分類 A類, 剛構造(固有振動数 20 HZ以上)
(11) 塗装色 7.5 BG 6/1.5 半艶
(12) 盤扉の鍵 タキゲン No.200

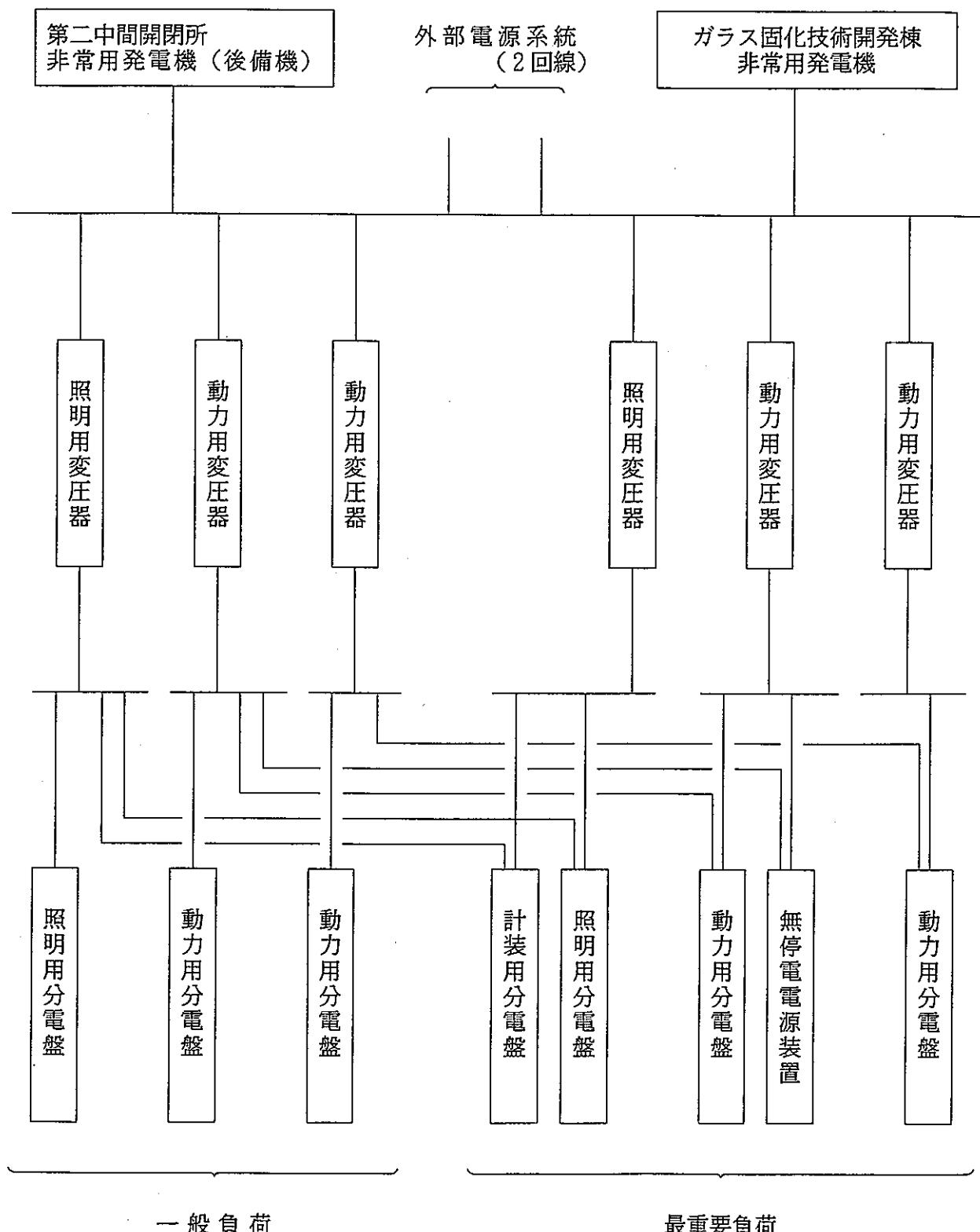
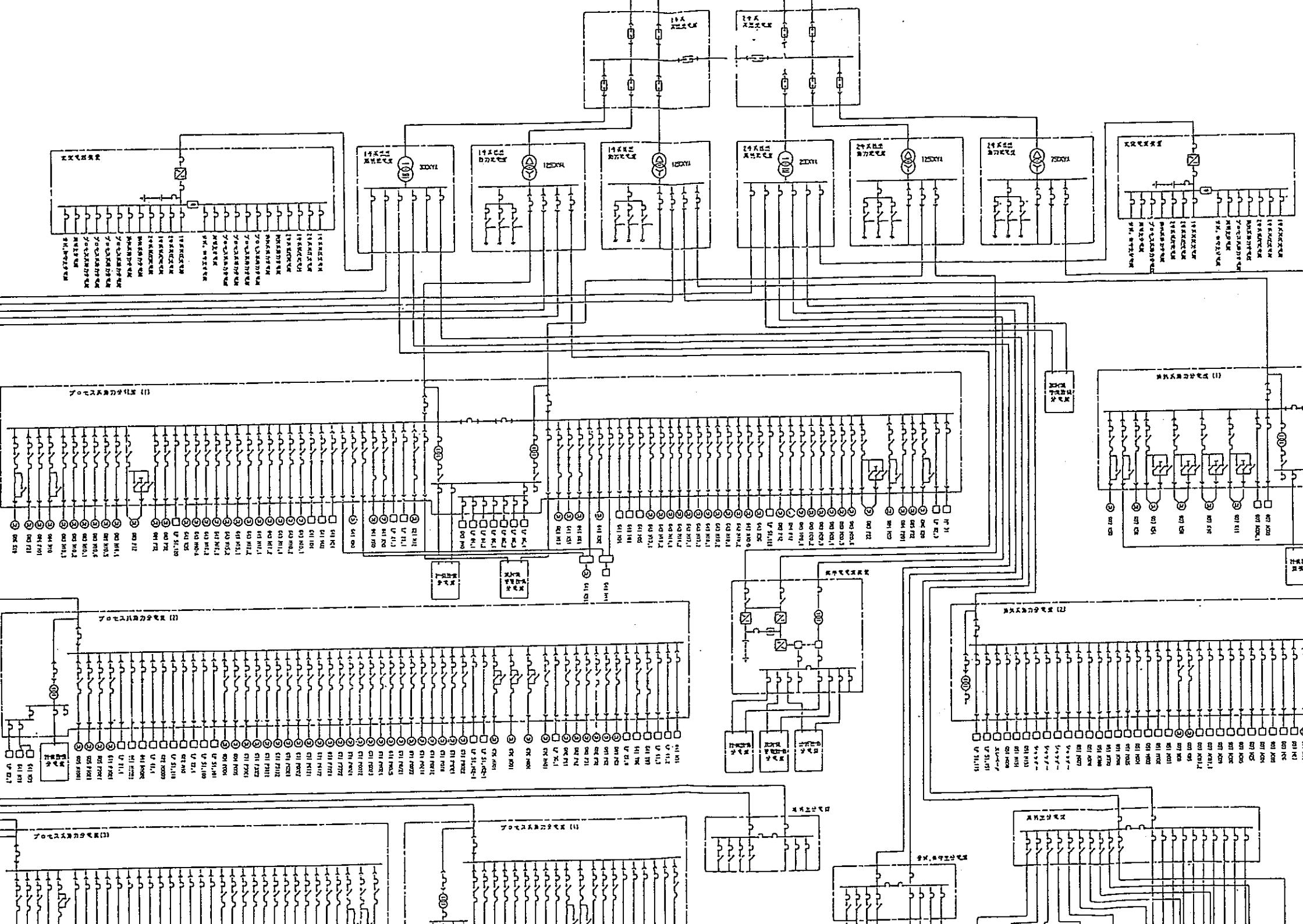


図 - 6. 1 電気系統図



2) 低圧配電盤仕様

(1) 構造	屋内形	
(2) 形式	JEM-1153 A級(変圧器盤)	
	JEM-1265 F級	
(3) 構成	KY11 5面1列 (一般系)	
	KY12 5面1列 (一般系)	
	KY13 2面1列 (一般系)	
	KY21 4面1列 (重要系)	
	KY22 4面1列 (重要系)	
	KY23 2面1列 (重要系)	
(4) 電気方式	3相3線式 420V	50Hz
	単相3線式 210—105V	50Hz
(5) 定格電圧	460V, 220V	
(6) 定格電流	2000A, 3000A	
(7) 定格しゃ断電流	40KA, 50KA (しゃ断器)	
(8) 定格短時間電流	40KA, 50KA 0.5秒間(母線)	
(9) 耐電圧	2000V 1分間	
(10) 耐震分類	A類, 剛構造(固有振動数20Hz以上)	
(11) 変圧器容量	3相3線式 1250KVA	3台
	3相3線式 750KVA	1台
	単相3線式 300KVA	1台
	単相3線式 200KVA	1台
(12) 塗装色	7.5BG 6/1.5 半艶	
(13) 盤扉の鍵	タキゲン No.200	

6.1.2 直流電源装置

本装置は、重要系統部(KR3)及び一般系統部(KR2)の2系統に分けて開発棟2階の電気室(W260, W261)に分けて配置した。

重要負荷に対しては、重要系統部、一般系統部の2系統より給電し、一般負荷に対して一般系統部の1系統より給電する。

商用電源が停電した場合は自動的にバッテリー給電に切り替わり、商用電源が復電した場合は自動的にバッテリー給電から商用給電に切り替わる。

また、制御用の負荷に対しては電圧変動を小さくするための負荷電圧補償装置を内蔵している。

1) 直流電源装置仕様

(1) 構 造	屋内形
(2) 形 式	J E M - 1 2 6 5 A級
(3) 構 成	4面1列
(4) 電気方式	入力 単相2線式 210V 出力 直流 100V 50HZ
(5) 蓄電池	焼結式シール形アルカリ蓄電池 (AHH-E) 保証時間 10分 設置方式 盤内据置形
(6) 容 量	60 AH / 1 HR 86セル
(7) 整流器定格電流	75A
(8) 定格しゃ断電流	14 KA以上
(9) 耐震分類	A類, 剛構造(固有振動数20HZ以上)
(10) 塗装色	7.5 BG 6 / 1.5 半艶
(11) 盤扉の鍵	タキゲン No.200

6.1.3 無停電電源装置

本装置は3階電気室(W363)に配置され、インバータ整流器、充電器、直流スイッチ、蓄電池により構成する。

電源系統は2号系(常用)1号系(充電予備)直送電源(充電待機)の3系統により構成し、商用同期運転方式を採用している。

常時は、整流器、インバータより負荷に給電すると同時に充電器にて蓄電池に充電する。交流入力の停電時には、無瞬断で蓄電池より直流スイッチ、インバータをへて単相100Vにて負荷に給電する。万一インバータが故障の場合は、サイリスタスイッチにより直送入力に無瞬断で切り換え負荷に給電する。

商用電源及び非常用電源の全てが停電した場合は、負荷制限盤から制限信号が送られ、計装、放射線管理関係の負荷のみに給電(30分以上)し、他の負荷への給電は停止する。

1) 無停電電源装置仕様

(1) 構 造	屋内形
(2) 形 式	J E M - 1 2 6 5 A級
(3) 構 成	10面3列
(4) 電気方式	交流入力 3相3線式 420V 交流出力 単相2線式 100V

	直送入力	単相 2 線式	210 V
(5) 蓄電池	焼結式アルカリ蓄電池	(AHH-E形)	
	保証時間	10 分	
	設置方式	盤内据置形	
(6) 蓄電池容量	150 AH / 1 HR	86 セル	
(7) インバータ出力	75 KVA	100 %	連続
(8) 定格出力電圧	100 V	50 Hz	
(9) 電圧調整範囲	定格電圧の±5 %		
(10) 電圧精度	定格電圧の±1.5 %		
(11) 周波数精度	定格周波数の±0.5 %		
(12) 波形歪率	5 %	以下	
(13) 耐震分類	A類	剛構造 (固有振動数 20 Hz 以上)	
(14) 塗装色	7.5 BG	6 / 1.5	半艶
(15) 盤扉の鍵	タキゲン	No. 200	

6.1.4 電力監視設備

本設備は技術管理棟 2 階の電気監視室に設置し、中央処理装置、ハード磁気ディスク装置、カラーCRT、キーボード、カラーハードコピー、漢字プリンタ、リモートステーションにより構成し、電源は無停電電源装置より給電する。

基本機能は、監視機能、表示機能、操作機能、記録機能、印字機能に分類され警報を発生する項目については特高変電所の監視盤に重故障、軽故障として表示する。

1) 監視機能

(1) 系統図表示

受電の系統図を表示し電圧電流等の瞬時データを表示する。

(2) 故障発生／復帰表示

故障発生／復帰時、該当項目を色変化とフリッカで表示する。

(3) 状変（運転／停止等）表示

遮断機、発電機等の状態変化時に該当項目を色変化で表示する。

(4) 故障状変メッセージ表示

故障、状態変化のメッセージを表示する。

(5) アナログ上下限監視

監視項目の上限／下限オーバーのアラームを表示する。

(6) デマンド監視

デマンド監視を行い、オーバーに対するアラームを表示する。

2) 表示機能

(1) メッセージ一覧表示

メッセージの履歴を一覧表示する。

(2) 故障一覧表示

現在継続中の故障を一覧表示する。

(3) データ一覧表示

瞬時データ、積算データを各々一覧表示する。

(4) トレンドグラフ表示

計測データを指定周期で収集して折れ線グラフで表示する。

(5) グラフ表示

日、月、年報のデータを棒グラフ又は折れ線グラフで表示する。

3) 操作機能

(1) 遠隔発停

系統図に表示する機器の個別発停

(2) 年月日、時刻変更

年月日、時間等の調整

4) 記録機能

(1) 日、月、年報記録

日報2ヶ月、月報2年、年報20年分保存

(2) メッセージ記録

メッセージ140項目分保存

5) 印字機能

(1) 帳票印字

日、月、年報の印字

(2) メッセージ印字

状態変化、故障、操作のメッセージを印字

(3) CRT画面印字

表示画面をハードコピーに印字

6.2 幹線動力設備

本設備は受変電設備から動力分電盤迄の幹線、動力分電盤、動力分電盤から各負荷機器に到る配線・制御配線等及び動力分電盤から計装設備までの制御配線で構成する。

受変電設備等の機能が喪失した場合は、別途、移動用電源車の発電機よりプロセス系の最重要負荷（一部）に給電する。このため、電源盤、移動電源車用動力分電盤を設けた。動力分電盤は換気系2面（V F V 1, V F V 2）、プロセス系3面（V F P 1, V F P 2, V F P 3）で構成し、重要系（2回線受電）、一般系（1回線受電）に区分した。

6.2.1 動力分電盤

重要系動力分電盤は1号系（充電予備）2号系（常用）の2回線で受電し通常時は重要系（2号系）により給電する。

重要系が故障の場合は、自動的に一般系（1号系）からの受電に切り換える。この場合、換気系又はプロセス系それぞれの系統ごとに一般系動力分電盤（1回線受電）に制御信号を送り一般負荷を制限する。又、一般系動力分電盤は非常用発電機からの給電時は負荷制限盤からの制御信号により一般負荷を制限する。

各負荷機器の起動・停止は、通常時、計装設備よりの制御信号、保守時手元スイッチの信号にて行う。

又、負荷の中で3台設置で常時2台運転の機器に対して、手動切替盤を設けて保守時（片系停電）においても運転可能とした。

更に工事用電源盤を各階に設置した。

1) 動力分電盤仕様 (V F V 1, V F V 2, V F P 1, V F P 2, V F P 3)

(1) 構 造	屋内形
(2) 形 式	J E M - 1 2 6 5 E級（引込部） J E M - 1 1 9 5 コントロールセンタ
(3) 構 成	1面1列 (V F V 1, V F V 2, V F P 2, V F P 3) 1面2列 (V F P 1)
(4) 電気方式	3相3線式 420V 50HZ
(5) 定格電圧	460V
(6) 定格電流	400A, 1500A, 2000A
(7) 定格しゃ断電流	20KA, 40KA, 50KA
(8) 定格短時間電流	20KA, 40KA, 50KA 0.5秒間
(9) 耐電圧	2000V 1分間

(10) 耐震分類	A類剛構造 (VFP1, VFV1)
	C類剛構造 (VFP2, VFP3, VFV2)
(11) 塗装色	2.5 BG 7/2 半艶
(12) 盤扉の鍵	タキゲン No.200

2) 手動切替盤仕様 (CSP1, CSP2, CSV1, CSV2)

(1) 構 造	屋内形
(2) 形 式	JEM-1265 A級
(3) 電気方式	3相3線式 420V 50HZ
(4) 定格電圧	400V
(5) 定格電流	50A, 100A, 200A
(6) 定格しゃ断電流	25KA (しゃ断器)
(7) 定格短時間電流	25KA 0.5秒間
(8) 耐電圧	2000V 1分間
(9) 耐震分類	A類, 剛構造 (固有振動数 20HZ以上)
(10) 塗装色	2.5 BG 7/2 半艶
(11) 盤扉の鍵	タキゲン No.550

3) 工事用変圧器盤仕様 (VFT)

(1) 構 造	屋内形
(2) 形 式	JEM-1265 A級
(3) 電気方式	3相3線式 420V, 210V 50HZ 単相3線式 210V-105V 50HZ
(4) 定格電圧	400V, 200V
(5) 定格電流	75A, 300A
(6) 定格しゃ断電流	10KA (しゃ断器)
(7) 定格短時間電流	10KA 0.5秒間 (母線)
(8) 変圧器容量	モールド形 H種 75KVA
(9) 耐震分類	C類
(10) 塗装色	2.5 BG 7/2 半艶
(11) 盤扉の鍵	タキゲン No.200

4) 工事用分電盤仕様 (VFK1~VFK17)

(1) 構造	屋内形	
(2) 形式	J I S C 8 4 8 0	
(3) 電気方式	3相3線式 200V	50HZ
	単相3線式 100/200V	50HZ
(4) 定格電圧	3相3線式 200V	
	単相3線式 100/200V	
(5) 定格電流	50A, 150A	
(6) 定格しゃ断電流	5KA (しゃ断器)	
(7) 耐電圧	1500V 1分間	
(8) 耐震分類	C類	
(9) 塗装色	2.5BG 7/2 半艶	
(10) 盤扉の鍵	タキゲン No.550	

5) ケーブルラック仕様

本施設に使用するケーブルラックは、2号系（重要系）と1号系（一般系）の2系統に分離し、原則として異ルートを布設するものとするが異ルートがとれない場合は、ケーブルラックを2列又は2段に分離して布設した。又、ケーブルラックが床、壁を貫通する部分には防火措置を施した。

(1) 布設数量	約 2000m
(2) ラック幅	200W~1500W
(3) ラック高さ	150H
(4) 耐震分類	A類、剛構造（固有振動数20HZ以上）
(5) 塗装	N-7.0 焼付塗装

6) ケーブル仕様

(1) 高圧ケーブル	名 称 6600V難燃性架橋ポリエチレン絶縁ビニールシース ケーブル 特 性 J I S C 3606 (CVT) 難燃性 垂直トレイ燃焼試験 (I E E E S T D 383) 合格 使用数 約2300m
(2) 低圧ケーブル	名 称 600V難燃性ポリエチレン絶縁ビニールシースケーブル 特 性 J I S C 3605 (CV)

難燃性 垂直トレイ燃焼試験 (I E E E S T D 3 8 3) 合格
使用数 約 4 3 0 0 0 m

(3) 制御ケーブル 名 称 制御用難燃性ビニル絶縁ビニルシースケーブル

特 性 J I S C 3 4 0 1 (C V V)

難燃性 垂直トレイ燃焼試験 (I E E E S T D 3 8 3) 合格
使用数 約 2 7 0 0 0 m

6.2.2 移動電源車用動力分電盤

移動電源車用動力分電盤は搬送室 (A 2 2 1) 2 階に配置し、受変電設備等の機能が喪失した場合に移動用電源車の発電機よりプロセス系の重要負荷 (一部) に給電する為の動力分電盤である。

このため、電源盤 (トラックロック配置) 及び手動切替盤 (重要負荷側近) を設け、重要系動力分電盤又は、移動電源車用動力分電盤からの受電切替を手動で行うとともに、負荷の起動スイッチを有する。

電源盤、移動電源車用動力分電盤、手動切替盤間の連絡は専用インターホン (各盤側近に配置) にて行う。

1) 電源盤仕様 (CN 1, CN 2)

(1) 構 造	屋内形
(2) 形 式	J E M - 1 2 6 5 A級
(3) 構 成	1面1列
(4) 電気方式	3相3線式 4 2 0 V 5 0 H Z
(5) 定格電圧	4 6 0 V
(6) 定格電流	1 2 0 0 A
(7) 定格短時間電流	1 0 K A 0.5秒間
(8) 耐電圧	2 0 0 0 V 1分間
(9) 耐震分類	A類、剛構造 (固有振動数 2 0 H Z以上)
(10) 塗装色	2.5 B G 7 / 2 半艶
(11) 盤扉の鍵	タキゲン No. 2 0 0

2) 移動電源車用動力分電盤仕様 (VFB 1, VFB 2)

(1) 構 造	屋内形
(2) 形 式	J E M - 1 1 9 5 コントロールセンタ
(3) 構 成	1面1列

(4) 電気方式	3相3線式 420V 50HZ
(5) 定格電圧	460V
(6) 定格電流	1200A
(7) 定格しゃ断電流	10KA (しゃ断器)
(8) 定格短時間電流	10KA 0.5秒間
(9) 耐電圧	2000V 1分間
(10) 耐震分類	A類, 剛構造(固有振動数20HZ以上)
(11) 塗装色	2.5B G 7/2 半艶
(12) 盤扉の鍵	タキゲン No.200

4) 手動切替盤仕様 (CS1~CS12)

(1) 構 造	屋内形: CS1~CS10 屋外形: CS11, CS12
(2) 形 式	JEM-1265 A級
(3) 電気方式	3相3線式 420V 50HZ
(4) 定格電圧	400V
(5) 定格電流	50A, 75A, 175A, 225A
(6) 定格しゃ断電流	25KA (しゃ断器)
(7) 定格短時間電流	25KA 0.5秒間(母線)
(8) 耐電圧	2000V 1分間
(9) 耐震分類	A類, 剛構造(固有振動数20HZ以上)
(10) 塗装色	屋内形: 2.5B B G 7/2 半艶 屋外形: 溶融亜鉛メッキ(2種 HD250)
(11) 盤扉の鍵	タキゲン No.550

6.3 照明コンセント設備

本設備は技術開発棟の各階に配置し、照明主分電盤(電気室W261配置)は、重要系(非常照明)一般系(一般照明)に2回線分離して受電し、各階配置(EPS内)の照明分電盤へは照明主分電盤より単相3線210/105Vの2回線(重要系、一般系)で給電する。

照明主分電盤の重要系統への給電が停止した場合は、母線連絡用MCCBを経由して一般系(一般照明)より重要系の母線に給電する。この場合、一般系分岐回路のスイッチを切り一般系を負荷制限する。又、非常用発電機による給電時は、負荷制限盤の制御信号で一般照明負荷を制限する。

非常照明は、階段室の全照明を非常照明とし以外の通路、居室、保守区域については配置数の

約1／3を非常照明として配置した。

コンセント設備は、照明分電盤より給電し、制御室、電気室を重要系とし、他は一般系とした。又、コンセント器具は全て接地端子付を使用した。

1) 照明コンセント設備内容

(1) 電線管	約 550 m
(2) 電線 (I V)	約 3750 m
(3) 非常照明	333台
(4) 一般照明	820台
(5) 非常出口誘導灯	145台
(6) スイッチ	261個
(7) コンセント	182個

6.4 通信設備

本設備は、電話設備、放送設備、ページング設備、インターホン設備及びITV設備により構成し、各階に通信設備用端子盤を設けた。

6.4.1 電話設備

電話設備は、端子盤、アウトレット及び配線配管とし、主装置及び本設備の端子盤までの幹線ケーブルは管理棟工事にて行う。

端子盤は各階E P S内に配置した。

1) 電話設備内容

(1) 電線管	約 550 m
(2) 電話用ノズル	40ヶ所
(3) 電話用ケーブル	約 1200 m
(4) 通信用ラック	約 130 m
(5) 端子盤 (通信設備共通)	10面 (セパレーター付)

6.4.2 放送設備

放送設備は、端子盤、スピーカー、音量調節器及び配管配線とし、主装置及び本設備までの幹線ケーブルは管理棟工事にて行った。

スピーカーはセルを除く各室に配置し、音量調節はスピーカーの下部に配置してある音量調節器で行う。(調節範囲は、切、1, 2, 3)

また、スピーカ配線は3線式とし、緊急放送が入った場合は、音量調節器の調節位置に関係

なく最大音量で全館一斉に放送する。

1) 放送設備内容

(1) 電線管	約 1 8 0 0 m
(2) 耐熱電線 (H P)	約 2 0 0 0 m
(3) スピーカー (壁付 5 W)	5 1 個
(4) スピーカー (壁付 3 W)	1 5 個
(5) スピーカー (壁付両面 3 W)	1 5 個
(6) スピーカー (埋込 5 W)	4 0 個
(7) 音量調節器	1 2 1 個

6.4.3 ページング設備

ページング設備は、端子盤、子機（オートページ）、スピーカー及び配線配管とし、ページング主装置及び本設備の端子盤までの幹線ケーブルは管理棟工事にて行った。機能として、子機間の個別呼出し、各階別の郡呼出し、全館一斉の一斉呼出しが可能である。

1) ページング設備内容

(1) 電線管	約 2 3 0 0 m
(2) 耐熱電線 (H P)	約 3 7 0 0 m
(3) 難燃ケーブル (C C P - A P)	約 2 0 0 m
(4) ページング子機 (壁掛け形)	8 5 個
(5) ページング子機 (卓上形)	1 個
(6) スピーカー (ホーン形 3 W)	1 3 個
(7) スピーカー (ホーン形 5 W)	6 7 個

6.4.4 I T V設備

I T V設備は、I T Vカメラ及び配管配線とし、操作は別途装置工事で設置するI T V制御盤からの制御信号にて行う。

I T Vカメラの配置は、トラックロック、搬送室1階、2階、保守室、機器補修室の5ヶ所に配置され左右旋回170度、上下垂直65°の可動範囲とズーム、オートフォーカス、アイリスの機能を有する。

1) I T V設備内容

(1) 型式 (カメラ)	I C D - 4 1 A C
--------------	-----------------

(ズームレンズ)	H 6 Z A M E - 2
(電動雲台)	P T H 1 2 - 1 0
(2) 水平解像度	中心部 4 2 5 T V 本 (水平)
(3) S/N比	4 6 d B (p - p / r m s) 以上
(4) 標準照度	撮像面板 4.5 L u x
(5) 最低照度	撮像面板 0.6 L u x
(6) 電源電圧変動	定格の ± 1 0 % で安定動作
(7) 最大口径比	1 : 1.2
(8) 焦点距離	f 8 mm ~ 4 8 mm
(9) ズーム比	6 倍
(10) フォーカス範囲	∞ ~ 1.2 m
(11) アイリス範囲	F 1.2 ~ 3 6 0 相当 (自動)
(12) 操作方法	全電動式

6.5 自動火災報知設備

本設備は、自動火災報知設備と防排煙設備にて構成する。

自動火災報知設備の主受信機は開発棟 2 階の制御室 (G 2 4 0) に設置し、電源は、2 階 E P S 設置の照明分電盤より給電 (重要系) した。

感知器は、開発棟のセルを除く各部屋に配置され開発棟、技術管理棟の感知器からの火災信号を主受信機に表示するとともに技術管理棟の副受信機及び既設分析所の主受信機 (代表信号) にも同時に移報信号を送り表示する。

又、建家内設置のエレベーターに対しても同様の移報信号を送り緊急停止する様にした。

防排煙設備は、緊急時の避難経路を確保するために自動火災報知設備と連動して防煙ダンバ又は排煙口、排煙ファンを作動させる。

1) 自動火災報知設備機器型式

(1) 主受信機盤型式	F C S 1 7 5 - J 1 1 - 7 0 L 国検型式番号 受第 6 3 - 1 7 - 1 号
(2) 耐震分類	B 類
(3) 発信機種別型式 (総合盤取付)	P 型 1 級 F M M 1 6 0 型
(4) 表示灯型式 (総合盤取付)	F L P 0 5 4 型 (電球 A C 2 4 V / 2 W)
(5) 電鈴 (総合盤取付)	F B M 0 1 8 型 (9 5 d B 以上)
(6) 光電式スポット型感知器	2 種非蓄積型 F D K 2 2 6 (露出) 2 種非蓄積型 F D K 2 2 6 (埋込)

(7) 差動式分布型感知器 2種 F D T 2 5 2 - N型

2) 自動火災報知設備内容

(1) 電線管	約 2200m
(2) 2種ビニル電線	約 1200m
(3) 空気管 (1. 4mm)	約 100m
(4) 煙感知器 (直付型) (埋込型)	243個 48個
(5) 差動式分布型感知器	2個
(6) 総合盤 (消火栓組込型)	20面

6.6 接地避雷設備

本設備は、接地設備と避雷設備より構成する。

接地設備は、建物周辺に各種接地極（第1種接地、第2種接地、特別第3種接地、第3種接地）を埋設し、2階電気室（W260）設置の接地端子盤を経由して各盤、機器に接続した。

接地端子盤から各機器への配線は、接地幹線（重要系、一般系に分離）をケーブルラック上に設け、各盤、機器類へはこの接地幹線より分岐配線した。又、接地幹線よりの分岐が集中する場所には、接地接続箱を設けて分岐した。

避雷設備は、建物及び屋上設置の機器を保護できる高さの避雷針（全長15m）を3本設置し、試験端子箱（開発棟外壁6ヶ所設置）を経由して建物周辺に埋設した避雷接地極に接続した。

1) 接地設備内容

(1) 難燃ビニル電線 (I V)	約 2900m
(2) 接地端子盤	1面
(3) 接地端子箱	3面
(4) 接地極 (900×900×1.5t銅板)	7枚

2) 避雷設備内容

(1) 難燃ビニル電線 (I V)	約 90m
(2) 避雷導線	約 200m
(3) 硬質ビニル電線管	約 200m
(4) 試験用端子函 (硬質ビニル製)	6個
(5) 避雷針 (アルミテーパーポール 15m)	6本
(6) 接地極 (900×900×1.5t銅板)	6枚

7. 工事の方法及び手順

1) 共同溝内ケーブル布設工事（工事写真参照）

本布設工事は、既設設備との取合工事を含んでいるため、施工要領書について特に検討を重ね実施した。

なお、作業に当たっては、有資格者（高圧電気工事士、第2種電気主任技術者、高圧ケーブル工事技能認定者）または有資格者の監督の基で実施した。

以下、高圧ケーブルの布設方法及び手順を示す。

(1) 共同溝に入るに当たって、酸素濃度を測定する。

(2) 特高変電所から本施設までは、総恒長1kmに及ぶため、4工区に分割し、直線3箇所接続にて布設する。

第2中間開閉所から本施設までは、ケーブルを一本とし、無接続にて布設する。

(3) 図-7.1.1「ケーブル布設概要図」に示すとおり、ケーブルを布設する。

その際の、ケーブル張力を監視し、記録する。

(4) 特高変電所から本施設までのケーブルについて、直線接続を行う。

事前に取り付けたセンスマータで相確認する。

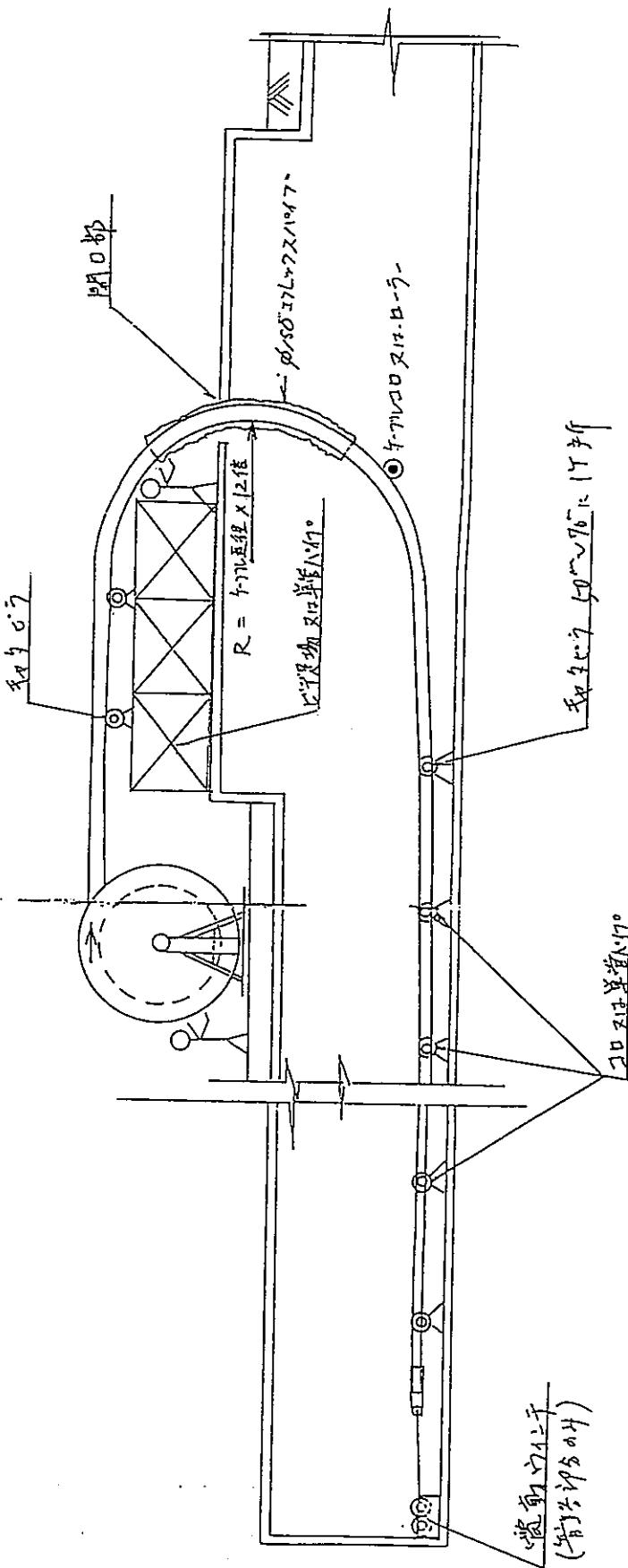
(5) 熱収縮絶縁チューブを使用し、絶縁処理を行う。

(6) ストレースコーン処理を行う。

(7) 接続端子を取り付ける。

(8) 熱収縮チューブシース一本を使用し、シース処理を施す。

(9) ケーブルの相を確認する。



- 注 (1) ケーブルに傷つける恐れがある場合、充電部に接近する場合は、ビニールシートまたはゴムシート等で十分発生する。
- (2) 充電部に作業員が接近する場合は、高圧ゴム手袋、ゴム長靴を着用する。

図-7.1.1 ケーブル布設概要図

2) 開発棟内配線工事

以下、ケーブル布設方法及び手順を示す。

- (1) ドラムジャッキを使用し、ケーブルに過大な張力が加わらない様に、ケーブルドラムを回転させて、ケーブルを引き出す。
- (2) ケーブル先端部・末端部に、ケーブルNo.、仕様、発着点を記入したインデックスを張り付ける。
- (3) ケーブルを布設する。
 - ・ ケーブルが交差しない様整然と布設する。
 - ・ ケーブル曲がり部については、テンションが加わらない様に、余長を取る。
 - ・ ケーブル損傷の恐れがある場所は、養生シートで養生する。
 - ・ ケーブルラック・ダクトから電線管に入線するときは、呼び線ワイヤを使用する。
- (4) ケーブル布設後、両端に線名札を取り付ける。
- (5) ケーブルは、水平2m、垂直3m毎に、クレモナひもで固縛する。

3) 電線管の加工及び取付（工事写真参照）

以下、電線管の加工及び取付方法を示す。また、図-7.1.2に概略施工図を示す。

- (1) 電線管は、J I S C 8305に規定された、厚鋼電線管または薄鋼電線管を使用する。
- (2) 電線管の曲げ半径は、管の内径の6倍以上とする。
- (3) 電線管の支持間隔は、2m以内とする。
- (4) 配管の途中に屈曲部が3箇所以上、直管長が30m以上になる場合は、途中にプルボックスを設ける。
- (5) 電線管の端口には、絶縁ブッシングを取り付ける。
- (6) 電線管の切断は、切り口が管軸に対し直角になるように切断し、切り口をリーマ又はヤスリで仕上げる。
- (7) 電線管の曲がり部には、ユニバーサル、ノーマルベンド、パイプベンダまたは油圧ベンダで曲げたものを使用する。

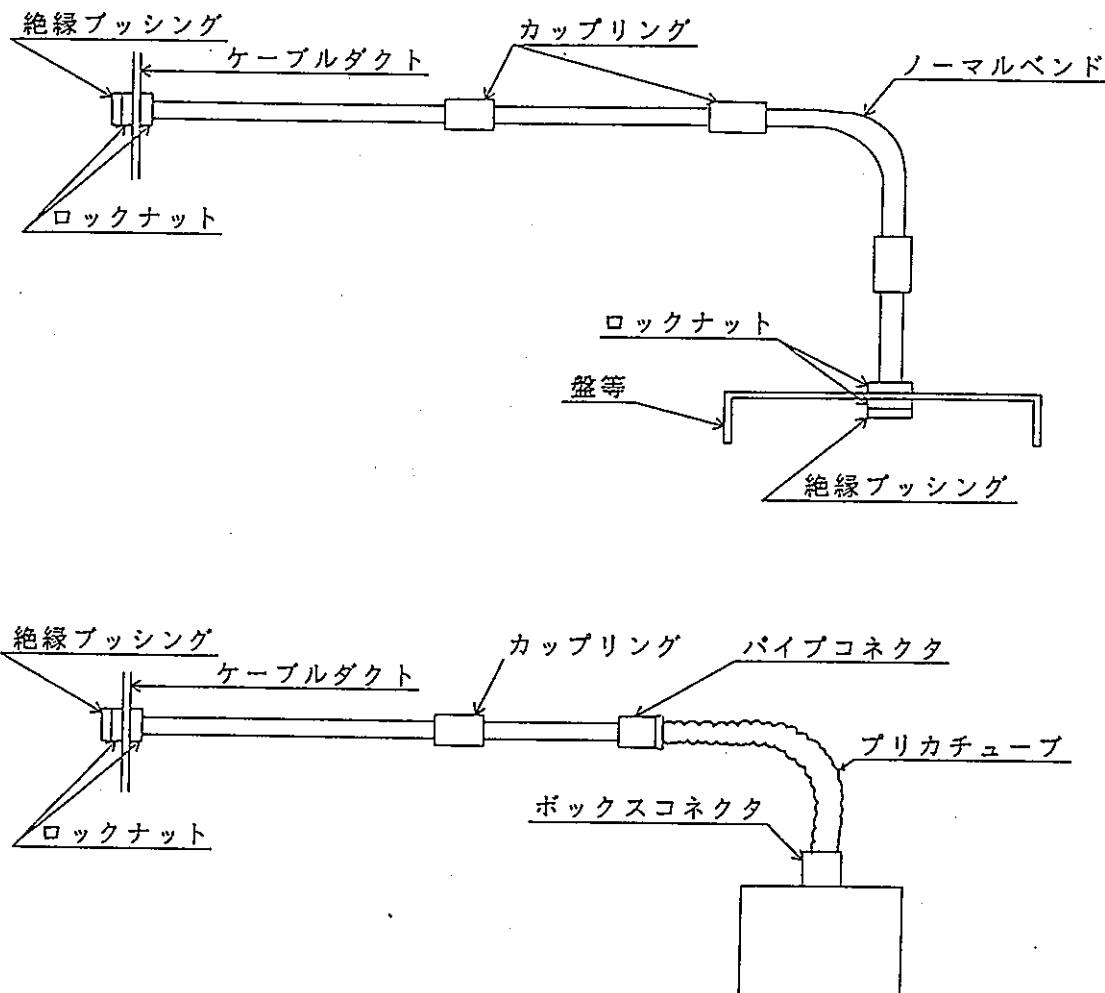


図-7.1.2 電線管 概略施工図

4) ケーブルラック・ダクト取付工事

- (1) 支持間隔が水平2m、垂直3m以内となる様、サポートを埋め込み金物に溶接で取り付ける。
サポートのパターンは図-7.1.3参照
- (2) ケーブルラック・ダクトをサポートの上に乗せ、連結ボルトを所定のトルクで締め連結する。
- (3) ケーブルラック・ダクトをサポートに振れ止め金具で固定する。図-7.1.4参照

5) 接地極工事（工事写真参照）

- (1) 埋設接地極として、厚さ1.5mm、幅900mm、奥行き900mmの銅板を使用する。
- (2) 埋設接地極は、ガス、酸等による腐食の恐れがない、湿気のある場所を選び施工する。
- (3) 接地極と接地線の接続は、黄銅ろう付とする。
接地線相互の接続は、C形コネクタを使用する。
- (4) 接地極は、避雷針接地極から2m以上離隔する。
- (5) 接地極の埋設深さは、地表面から75cm以上とする。
- (6) 地中埋設配管は、波付硬質ポリエチレン管を使用する。
- (7) 地中埋設配管の土盛りは、0.6m以上とする。

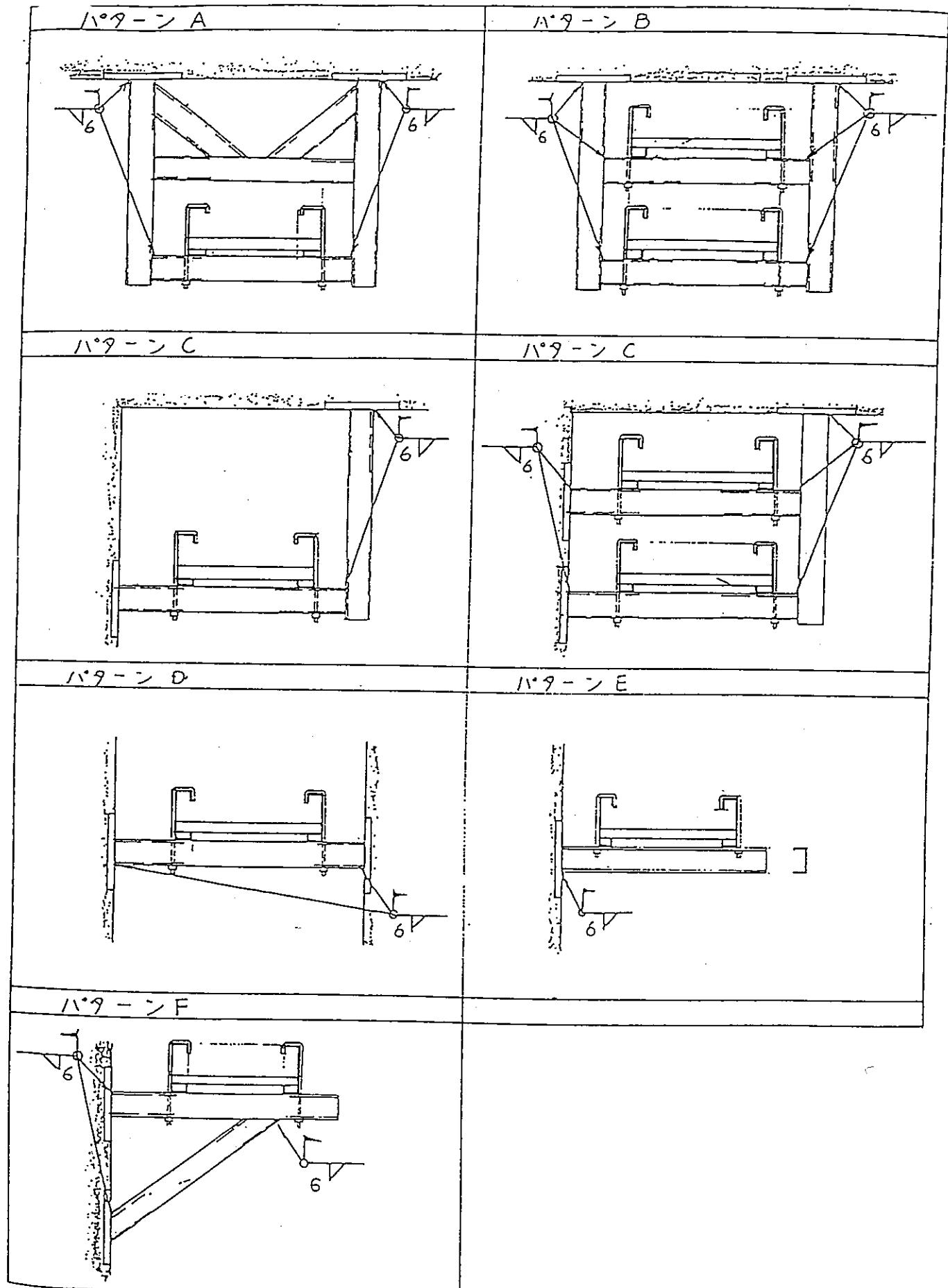


図 - 7.1.3 サポートパターン

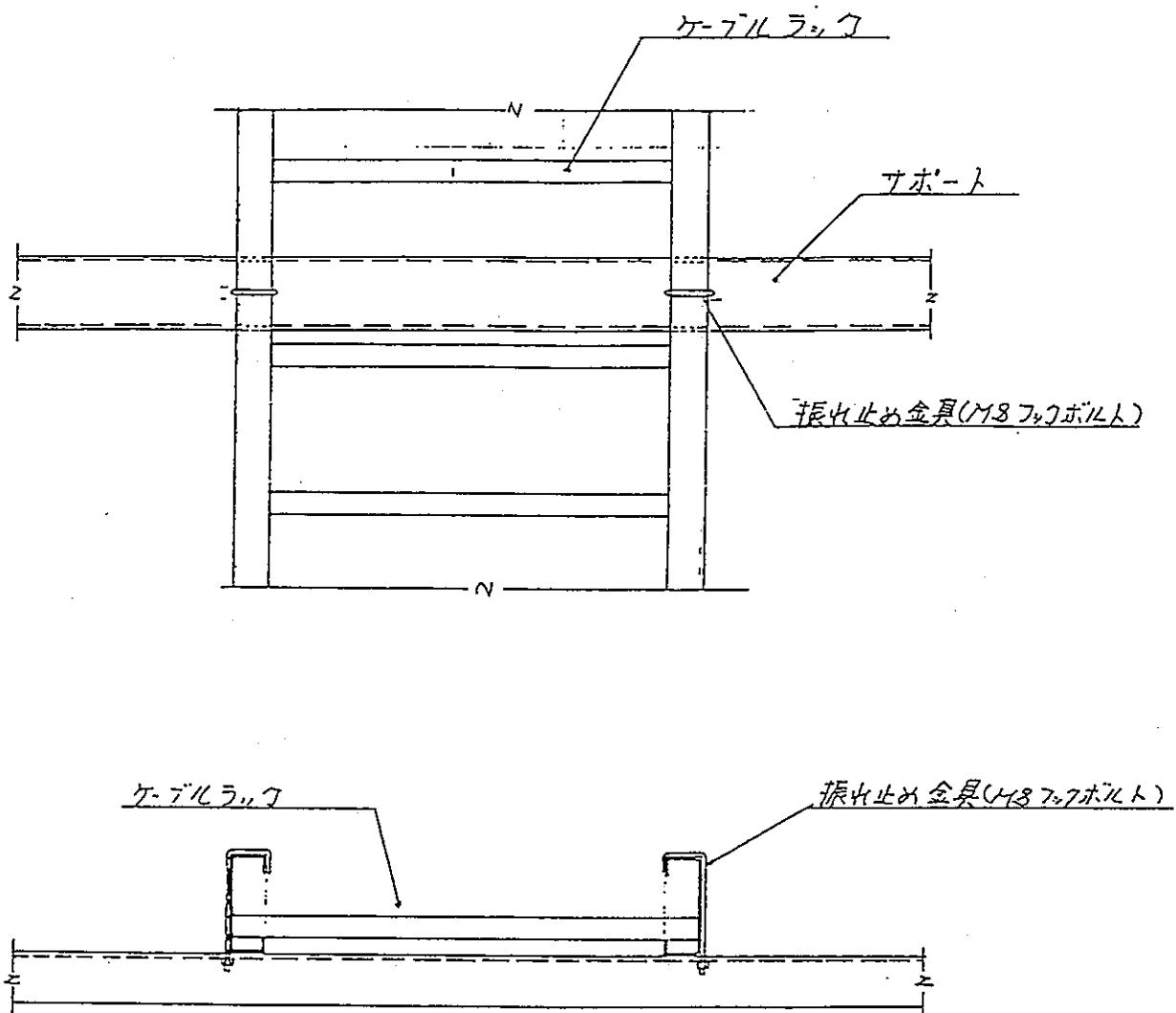


図-7.1.4 振れ止め金具固定要領（ケーブルラック用）

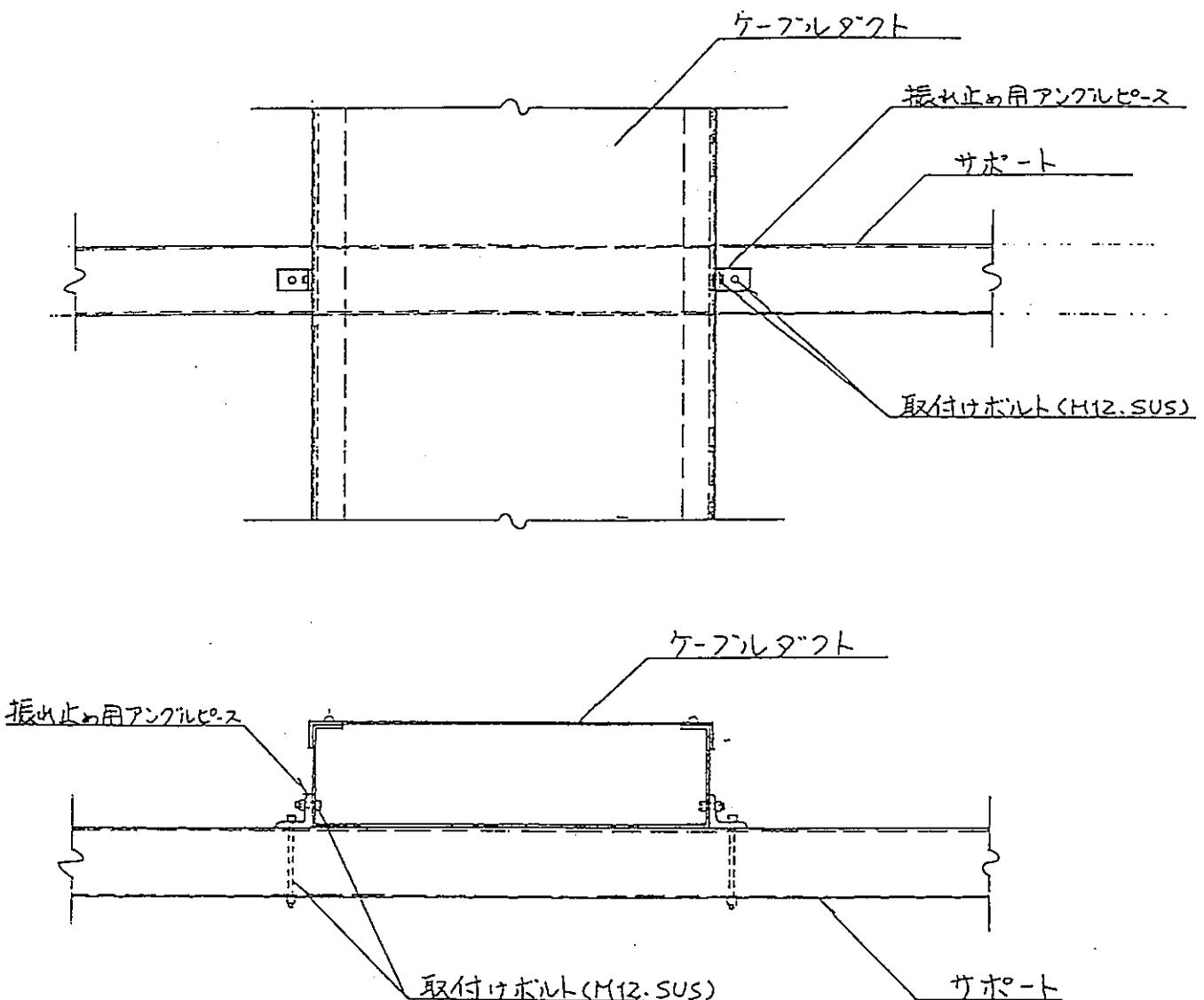
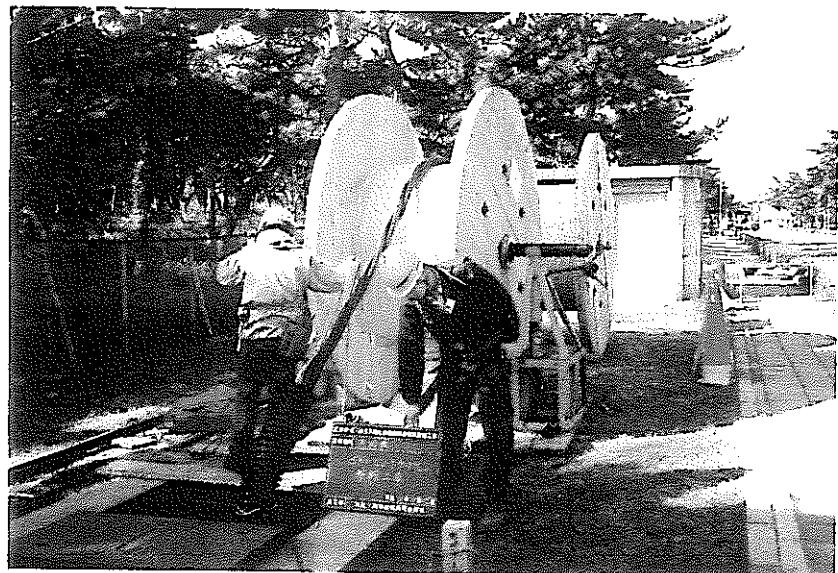
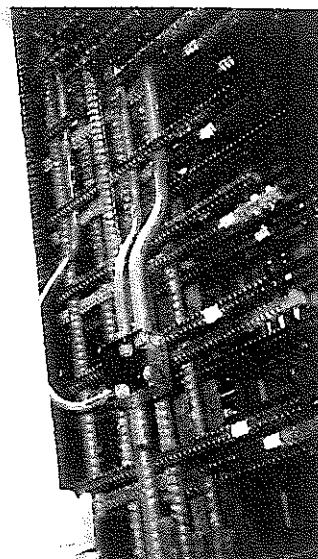
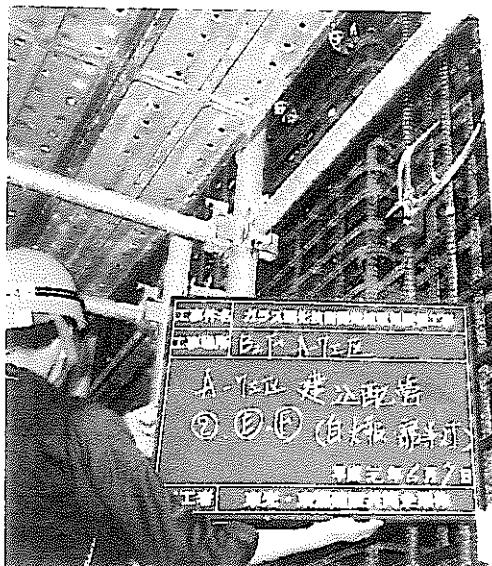


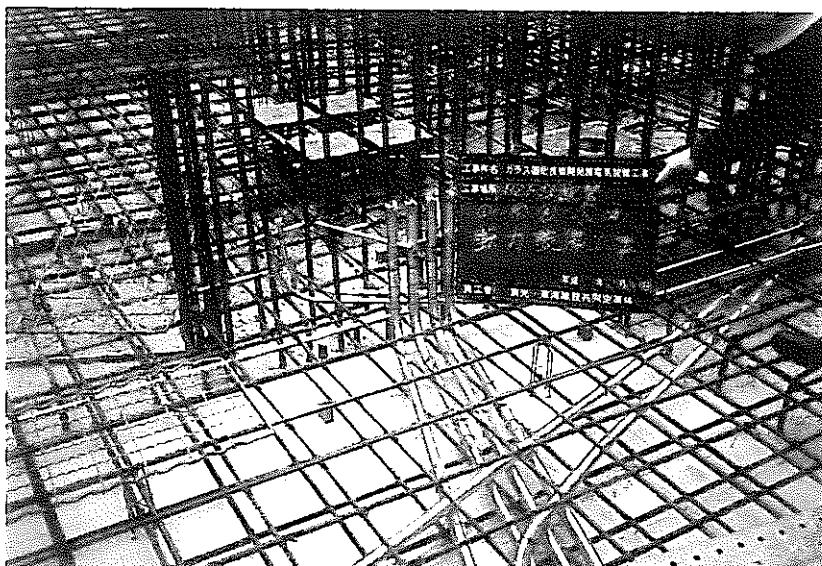
図-7.1.4 振れ止め金具固定要領（ケーブルラック用）



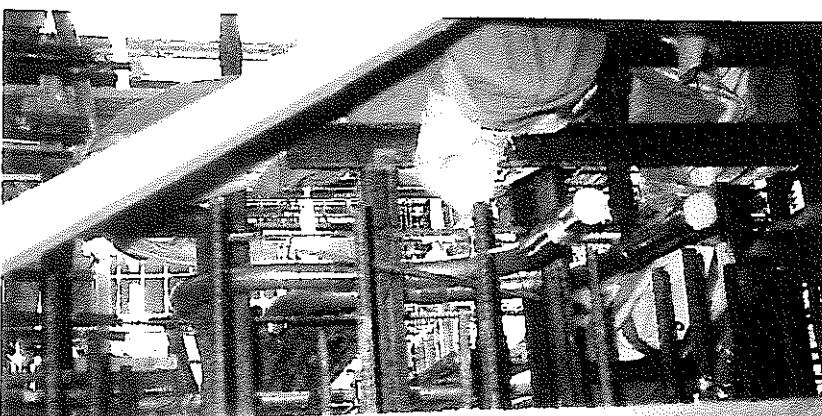
6 KV 高圧ケーブル布設



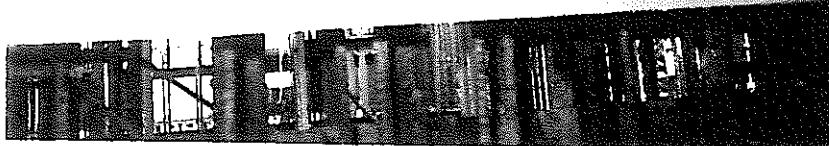
建込配管設置

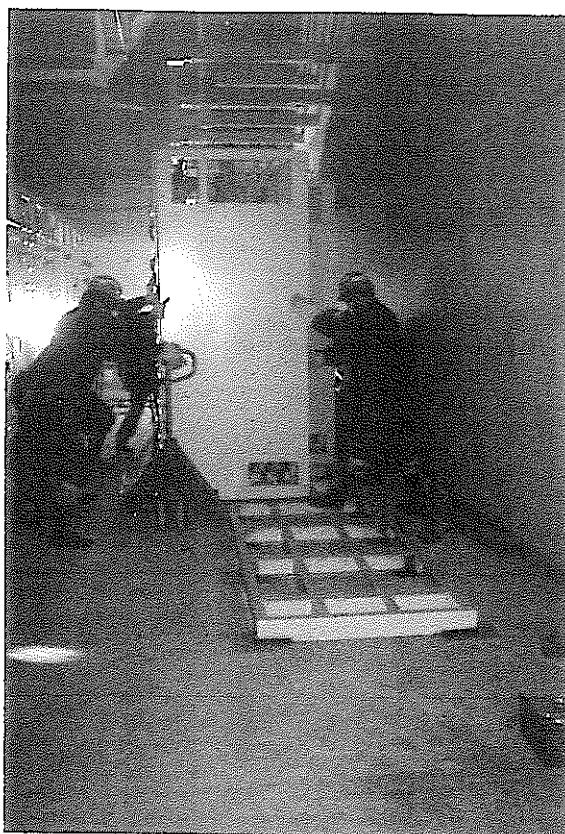


床埋設配管設置

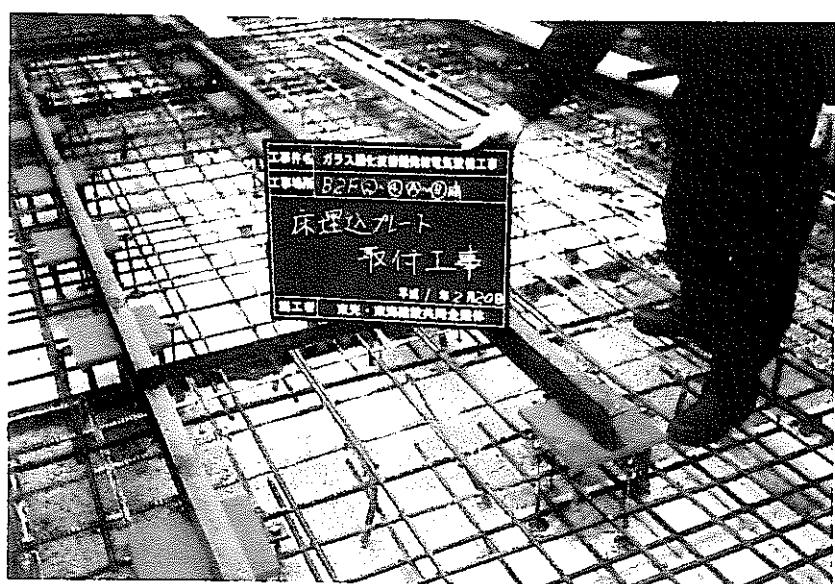


壁貫通配管設置

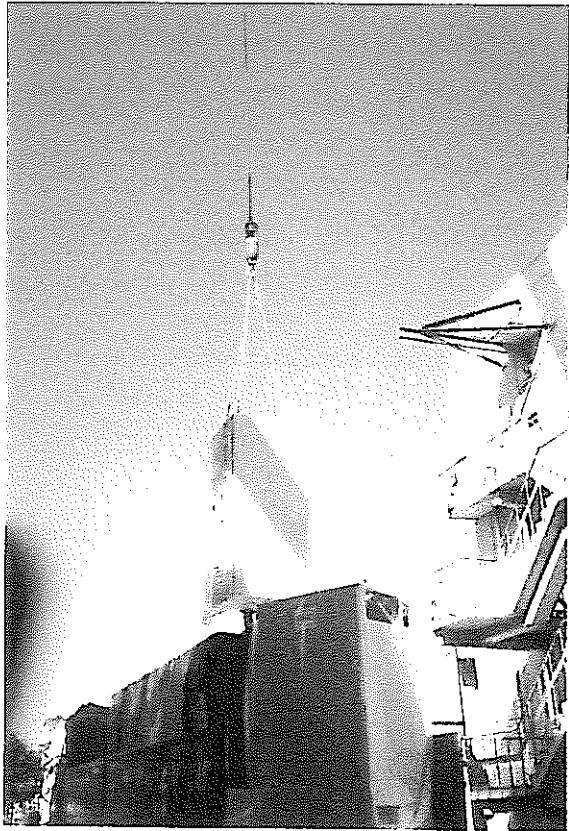




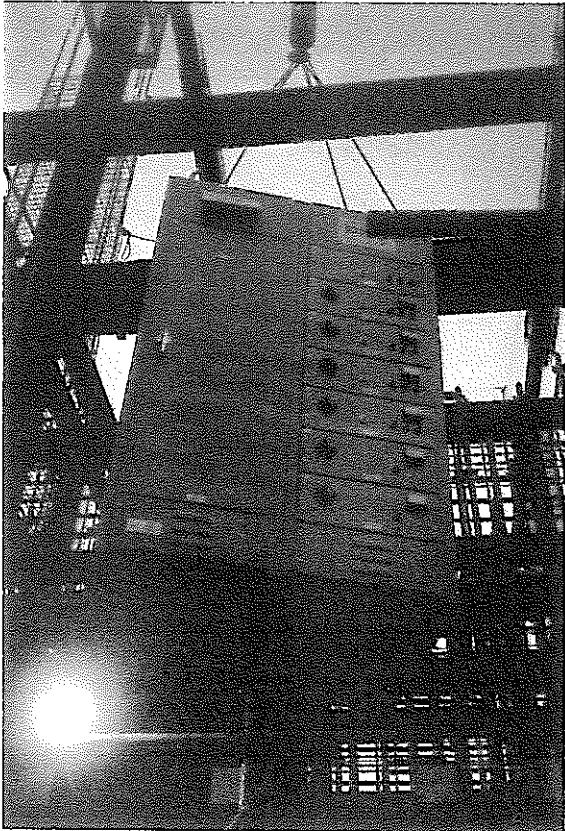
動力分電盤 据付



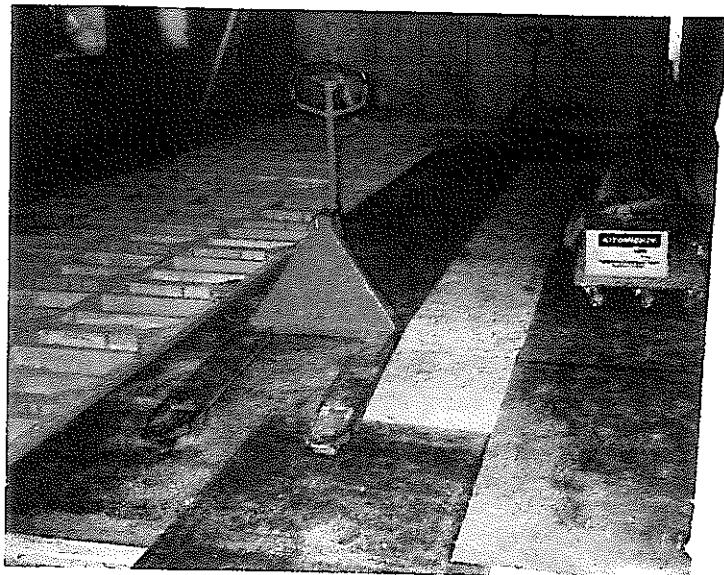
動力分電盤用 床埋込プレート設置



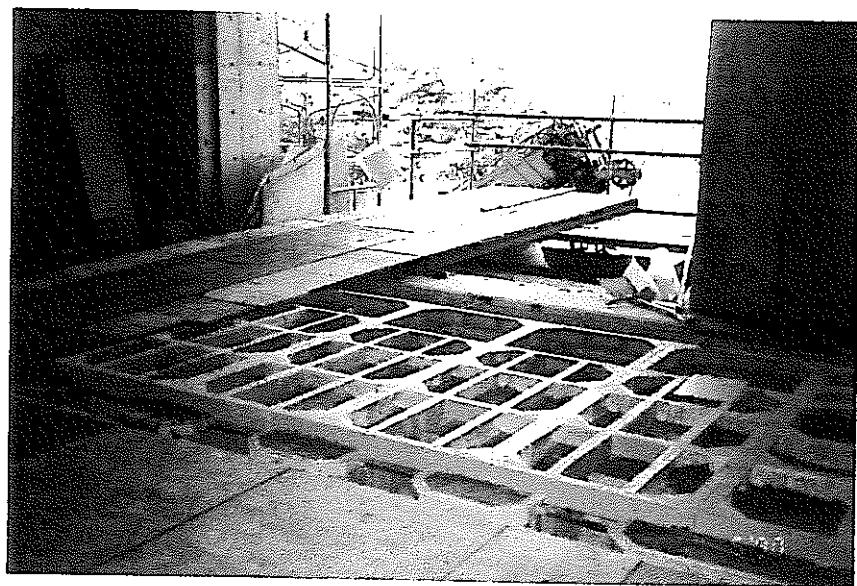
動力分電盤搬入



動力分電盤搬入



高低圧配電盤用 埋込プレート及びチャンネルベース設置



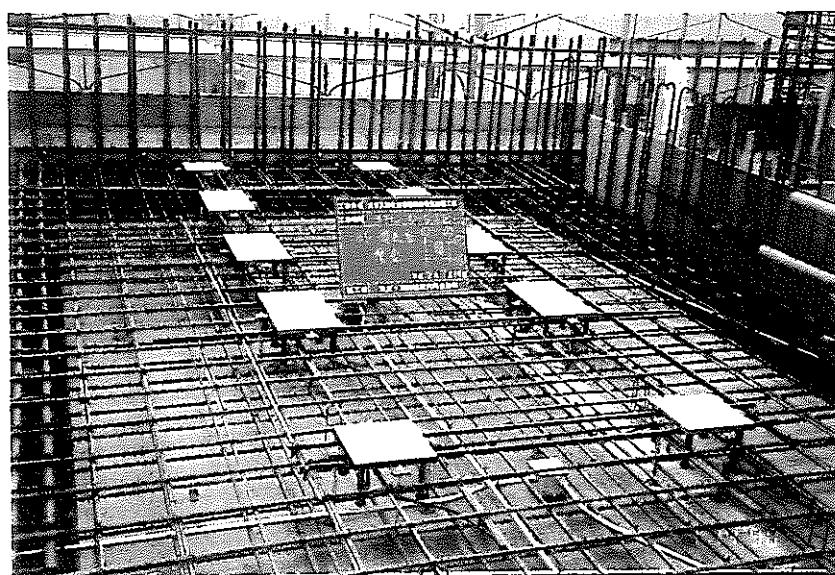
高低圧配電盤用 チャンネルベース設置



高低圧配電盤 搬入



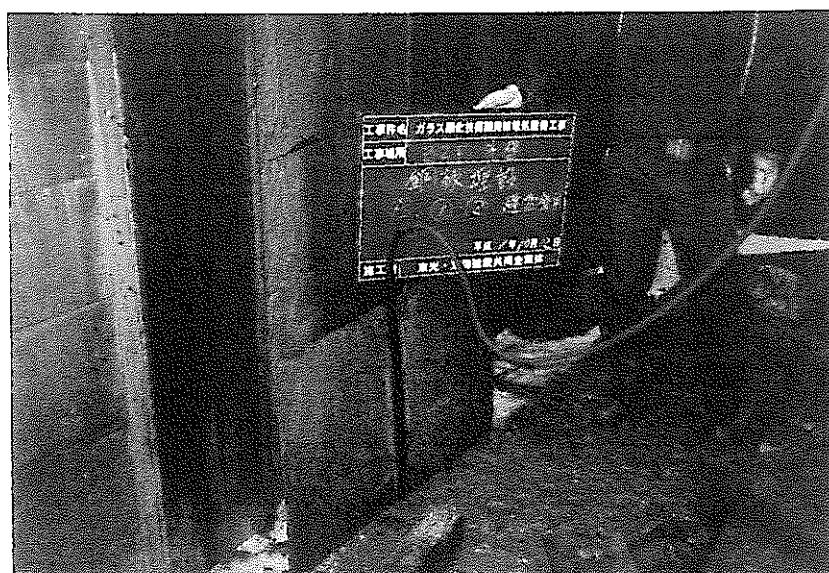
防火区画壁貫通処理



C V C F 用 埋込プレート設置



接地極用 ハンドホール 埋込



避雷針用 接地銅板埋設

8. 施工上の技術的検討事項

8.1 耐震評価

本工事における耐震評価は、盤、ケーブルラック（サポート含む）及びケーブルダクト（サポート含む）について、それぞれ以下のとおり実施した。

1) 盤における耐震評価

盤については、盤本体及び据付ボルトについて静的応力解析を行なった。

(1) 盤本体

盤本体については、剛構造（20 Hz以上）であることを確認する目的で、一次固有振動数の評価を行なった。

固有振動数の評価には、業者によって所有している計算コードが異なるため、以下のとおり、様々な方法（計算コード）を用いた。

(i) 機械工学便覧等を参考に手計算で評価した。

(ii) 計算コードを用いて評価した。

- T D A P II
- N A S T R A N
- I S A P - 6
- C O S M O S / M

(2) 据付ボルト

据付ボルトについては、各階の設計水平震度に基づき、引張応力、せん断応力について短期許容応力と比較検討した。

また、チャンネルベースを溶接で固定しているものについても、同様に応力評価を行った。

(3) 部品

受変電設備の保護継電器は耐震性に優れた静止形とし、自己点検機能付を使用した。特に非常用発電機の起動指令となる不足電圧継電器は二重化した。又、しゃ断器、補助継電器等は、動的機能維持が確認されたものを使用した。

2) ケーブルラックにおける耐震評価

ケーブルラックについては、本体及びサポートについて、静的応力解析を行った。

(1) ケーブルラック本体

ケーブルラック本体は、本体を両端単純支持パリにモデル化し、一次固有振動数の算出を行い、剛構造（20 Hz以上）であることを確認した。

(2) サポート

サポートについては、形状に応じモデル化し、一次固有振動数の算出を行い剛構造（20 Hz以上）であることを確認すると同時に、サポートの圧縮応力の評価、溶接部の引張応力及びせん断応力の評価を行った。

3) ケーブルダクトにおける耐震評価

(1) ケーブルダクト本体

ケーブルダクト本体は、ケーブルラック本体と同様に剛構造であることを確認した。

(2) サポート

サポートについては、曲げ応力の評価及びせん断応力の評価に加え、ダクト固定ボルトのせん断応力の評価を実施した。

8.2 防火区画貫通部の防火措置

本防火措置は、電線サイズに応じ、 200 mm^2 未満はB C J - 防災 - 381工法、 200 mm^2 以上はB C J - 防災 - 274工法で行うこととした。基本施工要領を図-8.2.1～図-8.2.4に示す。

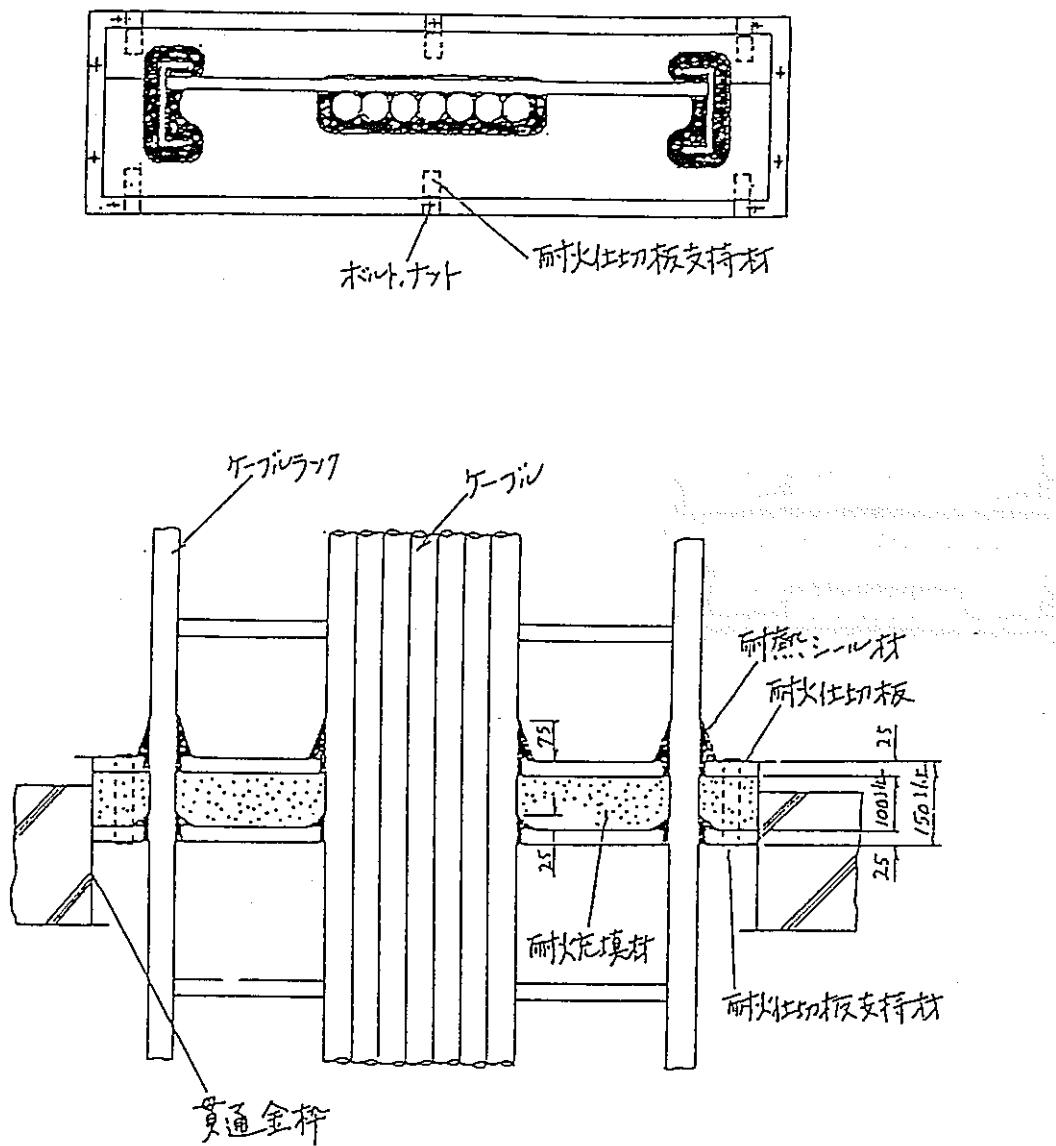
また、本工法に使用する耐火充填材及び耐火シール材の仕様を表-8.2.1及び表-8.2.2に示す。また、耐火仕切板には、繊維混入けい酸カルシウム板（ 25 mm 厚以上、不燃第1061号）を使用した。

表-8.2.1 耐火充填材の仕様

主 要 構 成 材 料		
項 目	構成材料（重量比%）	
有機質バインダ	難燃性ゴム等	(11)
難燃剤	三酸化アンチモン等	(1.5)
無機充填剤	ホウ砂等	(86)
難燃性繊維	フェノール系繊維等	(1.0)
その他の	フェノール系酸化防止剤等	(0.5)
特 性		
項 目	特 性	備 考
比 重	1.2	JIS K 5400に準拠
酸素指數	60以上	JIS K 7201に準拠
作業性	良	_____
耐腐食性	良	JIS K 2567に準拠
ゴム、プラスチックへの影響	なし	PVC, PE, ポリクロロブレン
耐水性	良	水道水, 30日浸漬
耐油性	良	JIS 2号油, 30日浸漬

表 - 8.2.2 耐火充填材の仕様

主 要 構 成 材 料		
項 目	構成材料（重量比%）	
有機質バインダ	難燃性ゴム等	(17)
難燃剤	三酸化アンチモン等	(8)
無機充填剤	水酸化アルミニウム等	(70)
難燃性繊維	フェノール系繊維等	(3)
その他の	チタン系着色剤等	(2)
特 性		
項 目	特 性	備 考
比 重	2.0	JIS K 5400に準拠
酸素指 数	60以上	JIS K 7201に準拠
作業性	良	JIS A 5752に準拠
耐腐食性	良	JIS K 2567に準拠
ゴム、プラスチックへの影響	なし	PVC, PE, ポリクロロプロレン
耐水性	良	水道水, 30日浸漬
耐油性	良	JIS 2号油, 30日浸漬



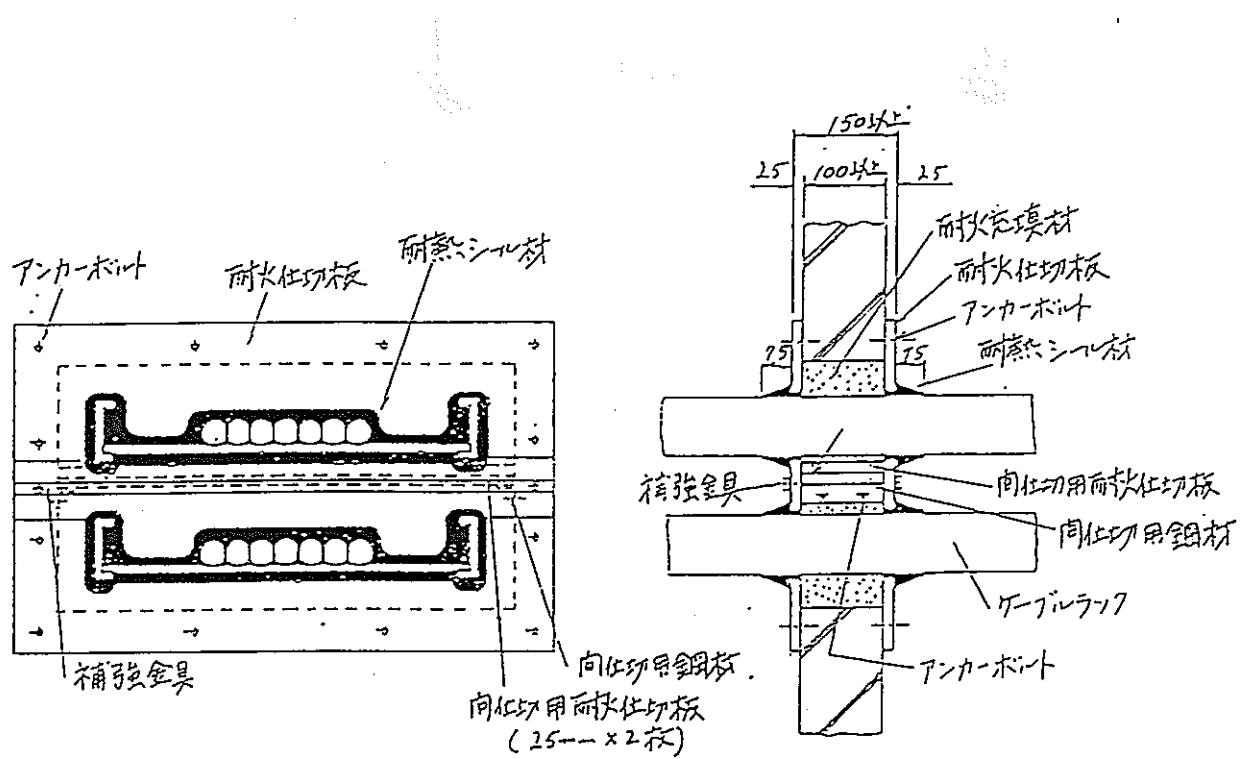
施工条件

開口面積 : 0.6 m²以下

ケーブルサイズ : CV-T 3×200 mm²以下

耐火時間 : 2時間

図-8.2.1 B C J-防災-3 8 1 基本施工要領(1)



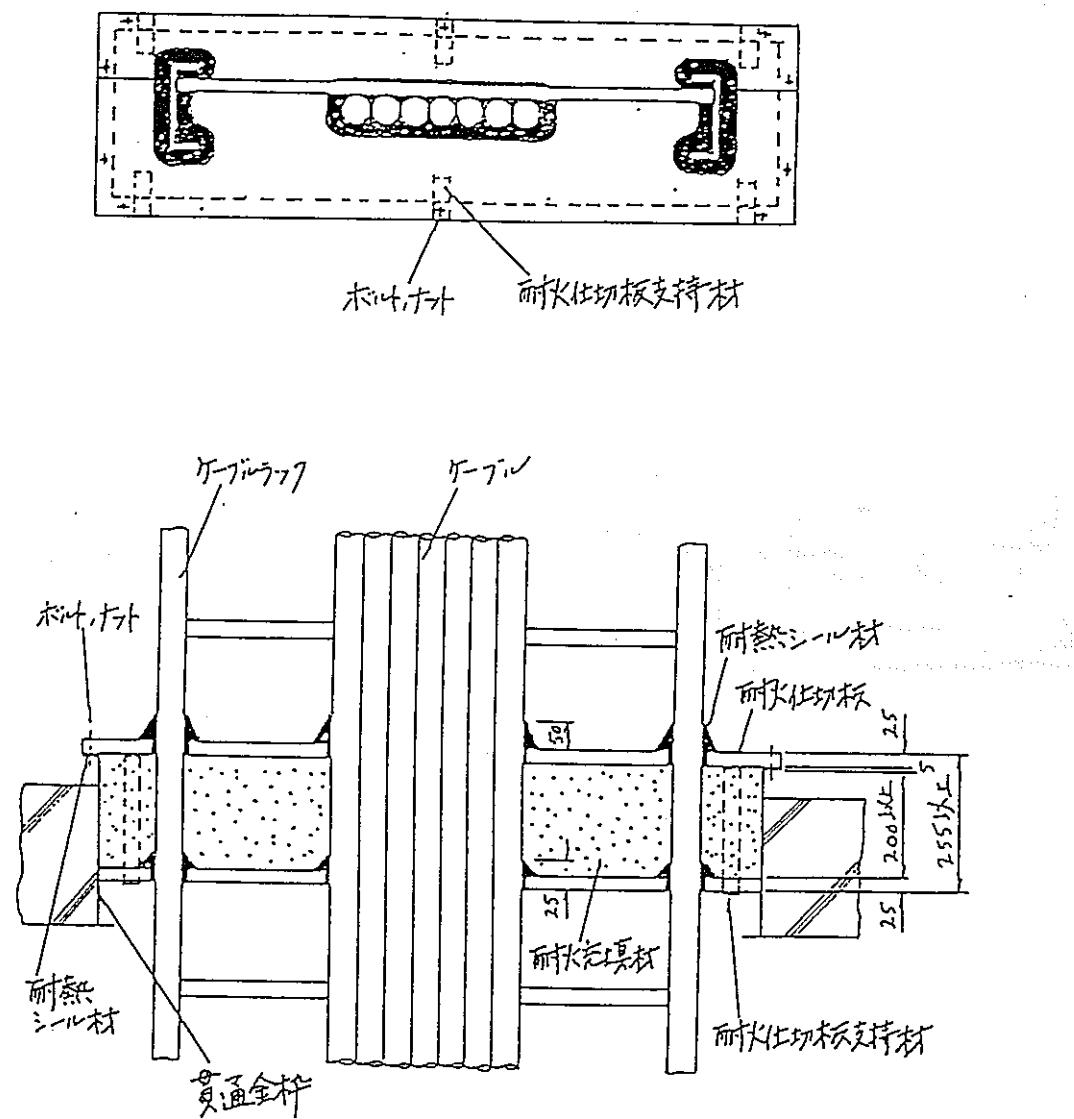
施工条件

開口面積 : 0.6 m² 以上

ケーブルサイズ : CV-T 3×200 mm² 以下

耐火時間 : 2時間

図-8.2.2 B C J - 防災-3 8 1 基本施工要領(2)



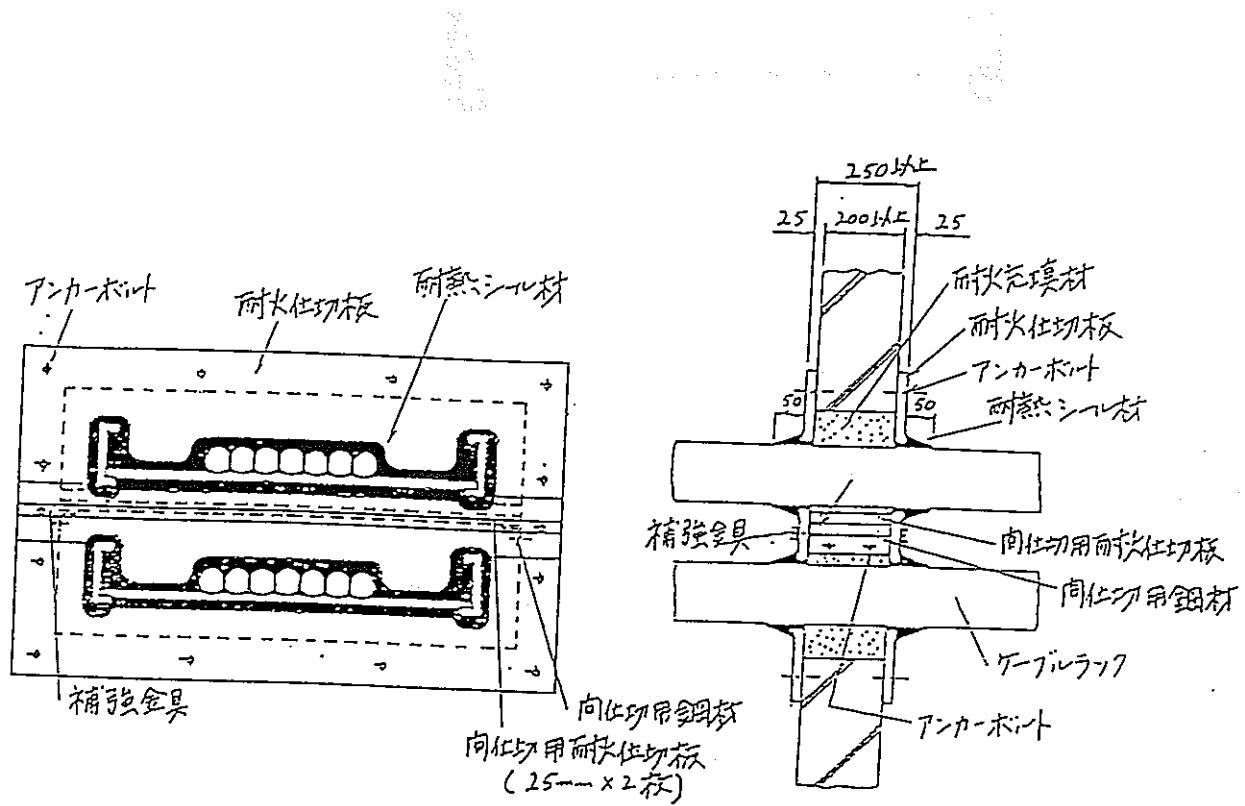
施工条件

開口面積 : 0.6m² 以下

ケーブルサイズ : CV-T 3×250mm²以上

耐火時間 : 2時間

図-8.2.3 B C J - 防災-274 基本施工要領(1)



施工条件

開口面積 : 0.6m² 以上

ケーブルサイズ : CV-T 3×25.0mm² 以上

耐火時間 : 2時間

図-8.2.4 B C J - 防災 - 274 基本施工要領(2)

8.3 ケーブルサイズの検討

ケーブルサイズの決定にあたって、ケーブルの亘長、及び負荷電流による電圧降下を計算し2%以内に納まること、内線規程120節電圧降下の総亘長による電圧降下率を満足すること及び負荷電流が許容電流値内に納まることを考慮した。

電圧降下率の計算式を、参考用として、以下に示す。

$$\rho = \frac{\Delta V}{V} \times 100$$

$$\Delta V = K \cdot I \cdot L (R \cos \theta + X \sin \theta)$$

ρ : 電圧降下率 [%]

ΔV : 電圧降下 [V]

V : 定各電圧 [V]

I : 電流 [A]

L : ケーブル亘長 [km]

R : ケーブルの抵抗 [Ω/km]

X : ケーブルのリアクタンス [Ω/km]

$\cos \theta$: 力率

K : 電気方式による係数

$$\left[\begin{array}{l} 3\phi 3W: \sqrt{3}, \quad 3\phi 4W: 1 \\ 1\phi 3W: 1.15, \quad 1\phi 2W \cdot \text{直流}: 2 \end{array} \right]$$

8.4 ヒータの制御方式について

本工事におけるヒータのコントロールは、電圧フィードバック方式及び電力フィードバック方式を採用した。

1) 電圧フィードバック方式

ヒータが鉄ークロム、ニッケルークロムであれば、電気抵抗の温度係数が小さく、サイリスタレギュレータの出力電圧を一定にすれば、出力電力もほぼ一定に保つことができる。

本工事で採用した電圧フィードバック型サイリスタレギュレータは、負荷にかかる電圧を検知してフィードバックすることにより直線性の高い出力が得られる。

2) 電力フィードバック方式

ヒータが炭化ケイ素質(SiC)発熱体であれば、発熱温度によってその抵抗が変化し、更に経年変化によりその電気抵抗が初期の4倍近くまで劣化し、出力電圧を一定にしても出力電

力は温度とともに変化し、更に、経年変化によっても変化する。

本工事で採用した、電力フィードバック型サイリスタレギュレータは、負荷にかかる電圧と電流を検出し、相乗してフィードバックするので、ヒータの温度変化等による電力変化を自動補償することができる。

8.5 配線用しゃ断器（ブレーカ）の選定

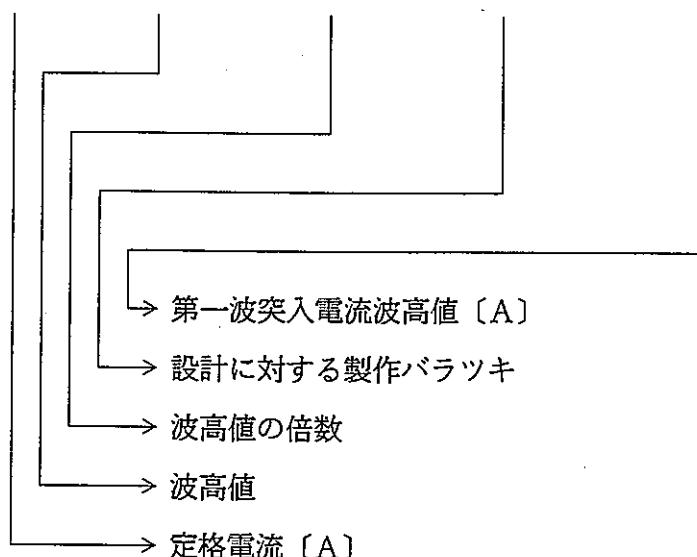
8.5.1 操作用変圧器一次側ブレーカの選定

変圧器一次のブレーカは定格電流のみで選定すると変圧器の突入電流よりミストリップする。このため、本工事で使用したブレーカはトランスメーカから入手したトランス一次側突入電流波高値を基に、以下の例のとおり計算し選定した。

[例] 50 KVA トランス一次側ブレーカ選定

1) 予想される最大の第一波突入電流波高値を求める

$$119 \times \sqrt{2} \times 15.84 \times 1.2 = 3198.4$$



2) ブレーカの選定

$$\frac{3198.4}{\sqrt{2} \times 1.4 \times 0.8} = 201.96 \text{ [A]}$$

→ ブレーカ瞬時トリップの下限計算値
 → ブレーカの定各電流に対する瞬時トリップの倍数

従って、201.96 [A]に対し

225AF/RC225Aのブレーカを選定する

トランスマーカから入手したデータ

トランス	定格電流	突入電流波高値	定格電流波高値	波高値倍数
50 kVA	119A	2666.11A	168.27A	15.84
20 kVA	47.60A	1133.87A	67.30A	16.84
10 kVA	23.80A	480.13A	33.65A	14.27

8.5.2 電動機回路、ブレーカの選定

動力分電盤の受電切替の際には瞬時停電が発生する。この瞬時停電により電動機は、一瞬発電機となり、再送電された電源との位相差により突入電流が流れ、ブレーカがトリップする（瞬時再始動）ので突入電流を評価して、ブレーカを選定した。

8.6 電動機の始動時間に関する検討

電動機が始動し加速するためには電動機トルクが常に負荷反抗トルクより充分大であることが必要で、この両トルクの差が加速トルク T_a (kgm) である。

このときの始動時間 t (s) は、電動機出力軸に換算した全回転系のはずみ車効果を GD^2 (kgm^2) とすると下式となる。

$$t = \frac{GD^2}{375} \int_0^{n_1} dn \quad [s]$$

n_1 : 到達回転速度

なお、始動時間は、簡易的に、加速トルクを用い、最終到達回転速度を n [rpm] として、次式でも得られる。

$$t = \frac{GD^2 \cdot (n - 0)}{375 \cdot T_a} = \frac{GD^2 \cdot n}{375 \cdot T_a} \quad [s]$$

GD^2 : 電動機出力軸換算全軸動力

(電動機 $GD^2 M +$ 負荷 $GD^2 L$)

T_a : 加速トルク (電動機発生トルク - 負荷トルク)

n : 定格回転数 (最終到達回転速度)

〔例〕 G 8 6 K 1 0

$$t = \frac{26.85 \times 1470}{375 \times 76}$$

$$= 1.38 \text{ [s]}$$

$$GD^2 = 26.85 \text{ kgm}^2$$

$$\begin{cases} GD^2 M = 10.60 \text{ kgm}^2 \\ GD^2 L = 16.25 \text{ kgm}^2 \end{cases}$$

$$Ta = 76 \text{ kgm}$$

$$n = 1470 \text{ rpm}$$

8.7 インバータの瞬停再始動について

本工事における動力分電盤に設けたインバータに対しては、電源側の瞬時停電、及び動力分電盤の電源切換による瞬時停電が発生するため、瞬停再始動機能仕様を満足するインバータとして、日立HFC-VWSシリーズを選定したので、以下、その仕様を示す。

HFC-VWSシリーズは、2秒以内の停電に対して再始動可能な機能を有しており、復電後のモートル残留電圧から回転周波数を検知し、再始動する。

また、残留電圧が無い場合は、再励磁方式にて再始動する。

瞬停再始動のタイミングチャートを図-8.7.1に示す。また、残留電圧有無の場合の再始動運動データを図-8.7.2に示す。

8.8 盤仕様の統一

本工事の盤製作メーカーは多社にまたがるため、仕様の統一を図ったので以下に示す。

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| 1) ドアハンドル | タキゲンA 140-1型 |
| 2) 塗装 | 7.5 BG 6/1.5 半つや メラミン焼付塗装 |
| 3) 電線種別 | 600V難燃性ビニル絶縁電線 (FP-IV) |
| 4) 器具及び主回路導体の配置と色別 | |
| | 交流1φ 左から R相 N相 T相 |
| | 上から R相 N相 T相 |
| | 色 別 [赤] [黒] [青] |

交流 3 φ	左から	R相	S相	T相
上から		R相	S相	T相
色 別	[赤]	[白]	[青]	

直 流	左から	N相	P相
下から		N相	P相
色 別	[青]	[赤]	

※ 色別方法 導体の各端末に、色ラベル又は色スリーブを付ける。

- 5) 使用圧着端子 銅線用裸圧着端子R
- 6) 外部取合端子台位置 盤内上部
- 7) 補助回路 盤内照明 ----- ドアスイッチによるF L 1 0 W点灯
盤内コンセント ... 2 P接地形 1 5 A, 1 2 5 V
- 8) ランプ色 主回路受電表示灯 乳白
負荷給電表示灯 給電：赤 停止：緑 異常：橙
- 9) 盤面器具枠色 N 1.5
- 10) 配線色別 制御回路 黄
接地線 緑
A C, D C, C T回路 黄

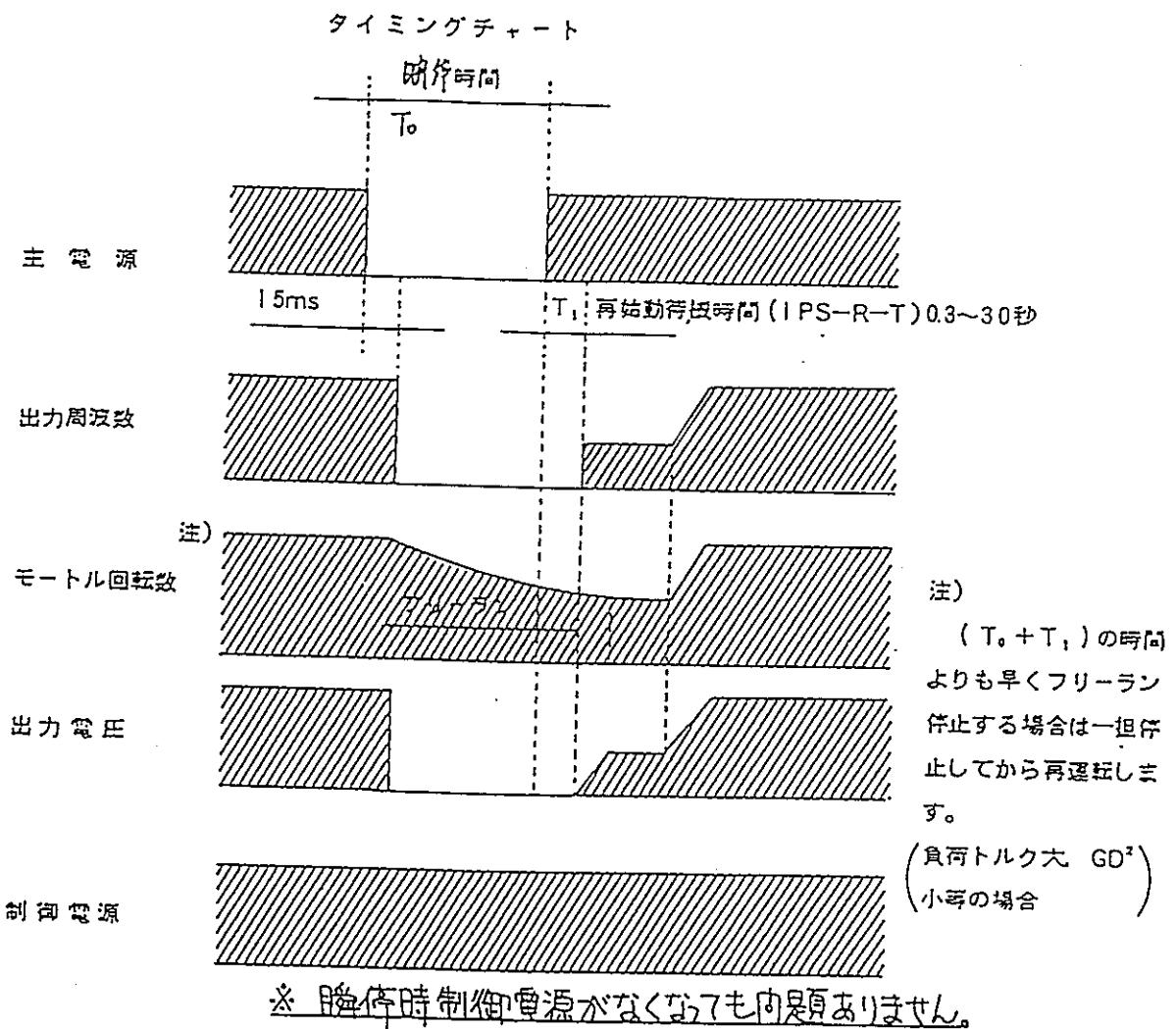


図-8.7.1 瞬停再始動 タイミングチャート

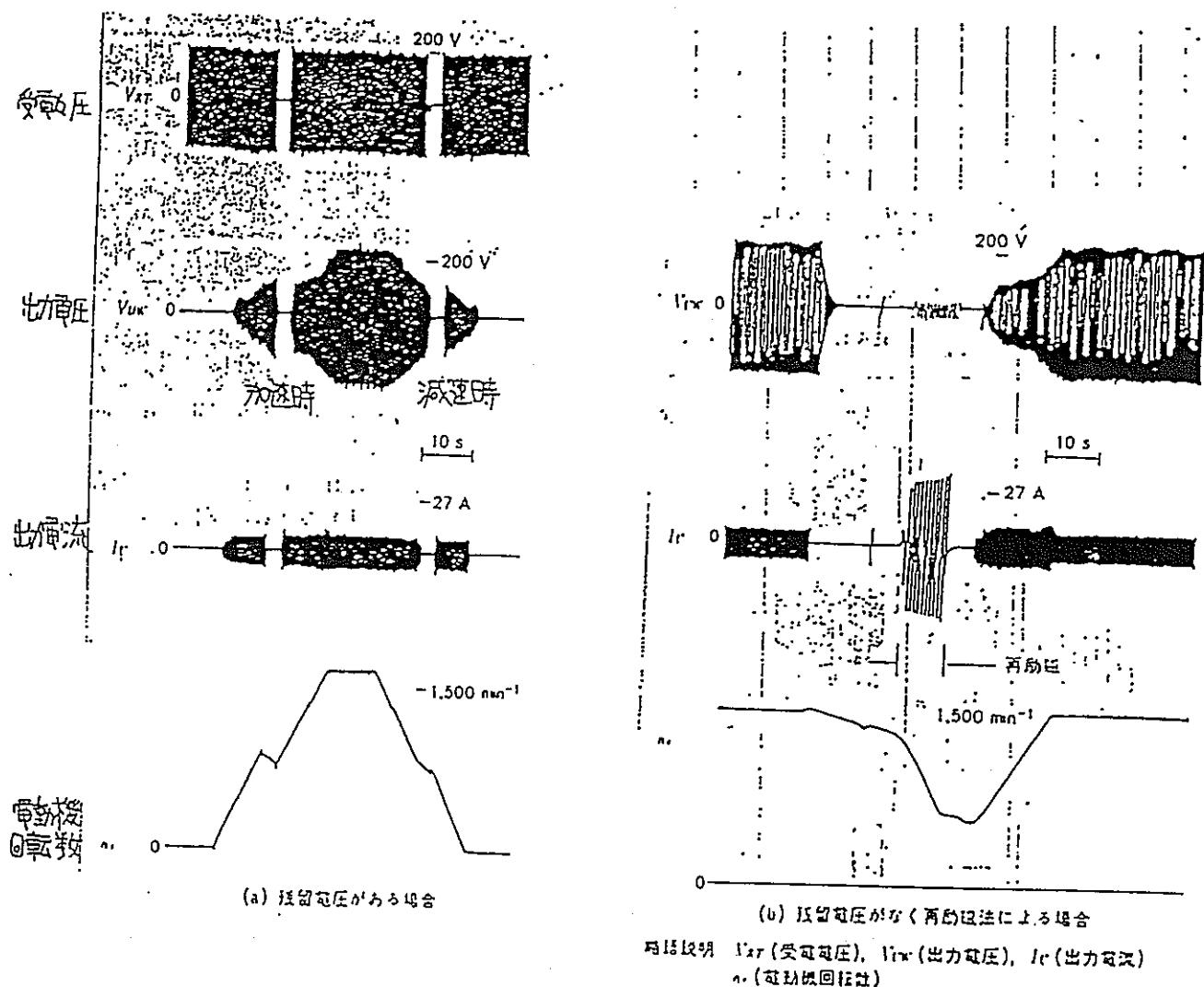


図-8.7.2 再始動運転データ

9. 工事の延人数及び工数

工事に要した人工数を設計・管理・検査に要した人工数、直接電気工事に従事した（電工）人工数、その他溶接、塗装等に要した人工数に分類し、月毎に集計した。

その結果、設計・管理・検査に従事した者は、建設初期は施工図等の見直し及び各業者間のコンポ調整等に力を注ぎ、その後徐々に検査に移行し、最終的にはそのほとんどが検査に従事していたため、急激な人数の変化のなかったことが証明できる。

その反面、直接電気工事に従事した者（電工）は、盤等が現地に搬入された後に集中し、特に受電を控えたH3年1月から4月に急激な伸びを示した。

その他の作業員は、建設初期及び受電・送電時はほぼ皆無であったが、ケーブルラック・ダクト等の据付時及び最終的な仕上げの時期に集中した。

上述のグラフを図-9.1 「月別人工数」に示す。

10. 検査

10.1 検査実施概要

本工事では、動燃自主検査、誘導灯設備及び自動火災報知の消防検査並びに非常照明設備、非常口進入灯及び避雷設備の建築確認検査を実施した。

なお、溶接検査及び使用前検査については、本工事所掌機器が核物質等を直接取り扱わなかったため、該当しなかった。

以下、動燃自主検査は上述官公庁検査を包括するので、動燃自主検査について示す。

1) 検査項目

本工事の検査項目を表-10.1.1「検査項目一覧表」に示す。

なお、耐震試験及び温度上昇（燃焼）試験については、特殊なので、以下詳細を示す。

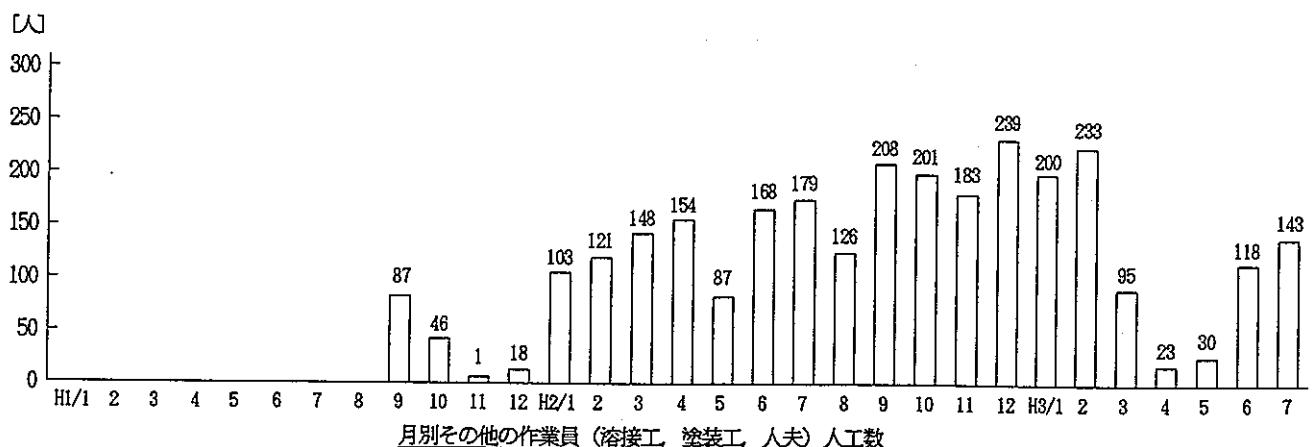
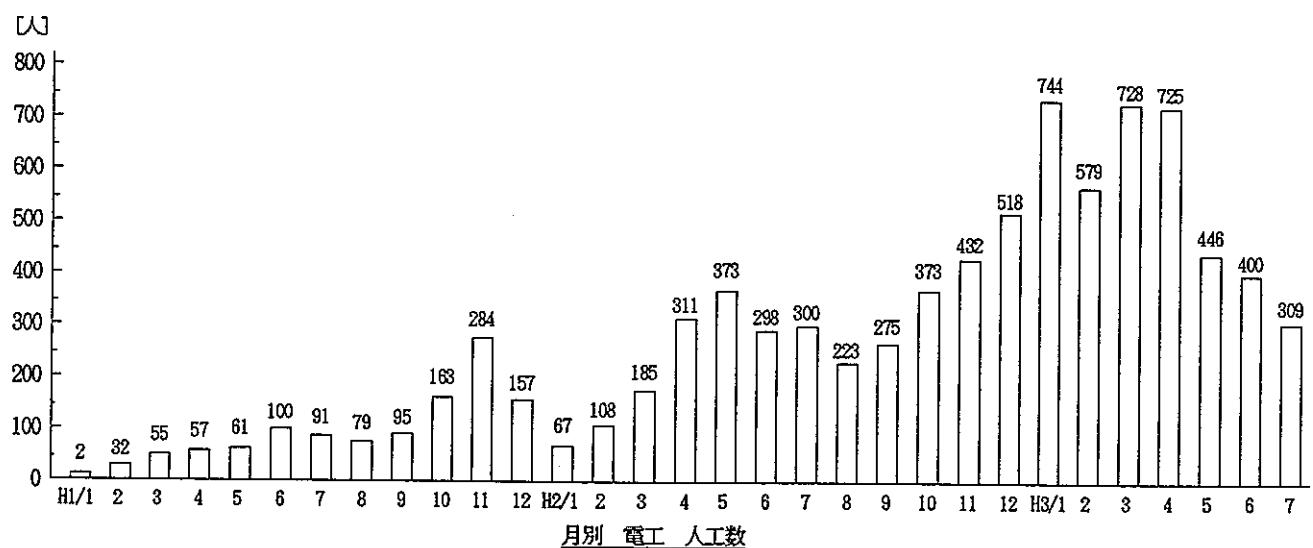
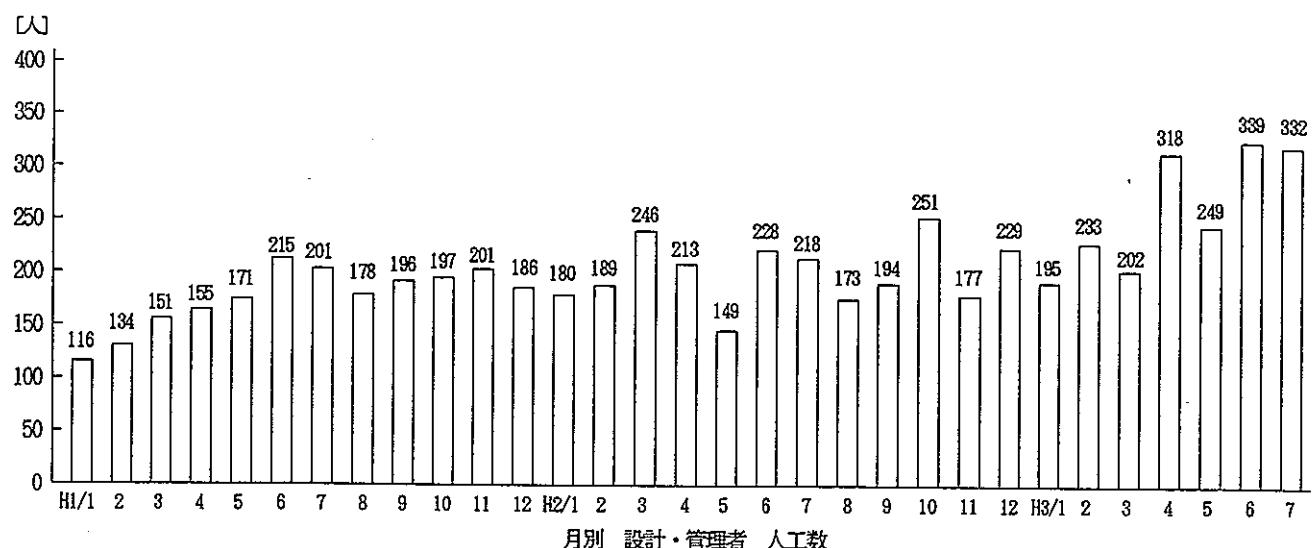


図 - 9.1 月別 人工数

表 - 10.1.1 檢査項目一覧表(1)

検査項目	高圧受電盤 低圧配電盤 動力分電盤 電源盤		無停電電源装置 直流電源装置		照明主分電盤 照明分電盤 工事用変圧器盤 工事用分電盤 負荷制限盤 再熱器イターロック盤 手動切換盤 手元開閉器		備考
	工場	現地	工場	現地	工場	現地	
外観構造寸法検査	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
部品確認検査	◎	—	◎	—	◎	—	
主要部品性能確認検査	○	—	○	—	—	—	
機構動作試験	◎	—	◎	—	◎	—	
絶縁抵抗測定	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
絶縁耐力試験	◎	—	◎	—	◎	—	
極性試験（主回路）	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
計器校正試験	◎	○	◎	○	—	—	
繼電器試験	◎	◎	◎	◎	—	—	
シーケンス試験	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
温度試験	○	—	○	—	—	—	
騒音試験	○	—	○	—	—	—	
耐震試験	◎	◎	◎	◎	—	—	
据付検査	—	◎	—	◎	—	◎	
配線（接続部）仕上検査	—	◎	—	◎	—	◎	
予備品、付属品検査	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
整流器特性試験	△△		◎	—	△△		
蓄電池特性試験	△△		◎	—	△△		
インバータ特性試験	△△		◎	—	△△		
停電一回復試験	△△		◎	◎	△△		

◎立会検査 ○書類審査

表 - 10.1.1 検査項目一覧表(2)

検査項目	インターネ	ITV 設備	自動火 災報知 設備	接 地 備	避 雷 備	電力監視 設 備 (EMS)	備考
	現地	現地	現地	現地	現地	現地	
受入検査	◎	◎	◎	◎	◎	—	—
外観構造寸法検査	◎	◎	◎	◎	◎	◎ ^{*1}	◎ ^{*1}
取付状態検査	◎	◎	◎	◎	◎	—	—
導通検査	◎	◎	◎	◎	◎	—	—
配線状態検査	◎	◎	◎	◎	◎	—	—
絶縁抵抗測定	◎	◎	◎	—	—	◎	○
通話試験	◎			◎			
作動試験			◎	—		◎	◎
画像確認試験			◎				
ベル鳴動試験				◎			
発報試験				◎			
移報試験				◎			
予備電源切替試験				◎			
塗装検査				◎			
接地極埋設検査					◎	◎	
接地抵抗測定					◎	◎	
機器定格確認検査						◎	◎
絶縁耐力試験						—	○
電圧変動試験						—	◎
予備品、付属品検査						◎	◎
据付検査						◎	
* 1 寸法検査は除く							
◎立会検査 ○書類審査							

表 - 10.1.1 検査項目一覧表(3)

検査項目	電線管	照 明 備	コンセント 設 傷	電 設 備	話 傷	放 設	送 傷	ペーパング 設 傷	備 考
	現 地	現 地	現 地	現 地	現 地	現 地	現 地	現 地	
受入検査	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
外観構造寸法検査	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
取付状態検査	—	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
導通検査	/	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
配線状態検査	/	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
絶縁抵抗測定	/	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
点灯試験	/	◎	/	/	/	/	/	/	
照度測定	/	◎	/	/	/	/	/	/	
電圧・極性試験	/	—	◎	/	/	/	/	/	
塗装検査	◎	◎	◎	/	/	/	/	/	
貫通部処理状況	◎	/	/	/	/	/	/	/	
通話試験	/	/	/	—	/	◎	/		
鳴動試験	/	/	/	—	◎	◎			

◎立会検査 ○書類審査

表 - 10.1.1 検査項目一覧表(4)

検査項目	変 压 器			ケーブル	ケーブル ラック	ケーブル ダクト	備 考
	6KV	400V ₁	400V ₁				
	300KVA 以上	300KVA 以下					
	工 場		現 地	現 地	現 地		
外観構造寸法検査	◎	◎	◎	◎* ¹	◎	◎	
絶縁抵抗測定	◎	◎	◎	◎			
絶縁耐力試験	◎	◎	◎	◎* ²			
巻線抵抗測定	◎	◎	◎				
無負荷試験	◎	◎	◎				
温度上昇試験	○	○	—				
変圧比試験	◎	◎	◎				
極性試験	◎	◎	◎				
角変位試験	◎	◎	◎				
誘導試験	◎	◎	◎				
インピーダンス試験	◎	◎	◎				
衝撃電圧試験	○	—	—				
$\tan\delta$ 測定	○	○	—				
騒音測定	○	○	—				
特性計算	○	○	○				
受入検査				◎	◎	◎	
布設状態検査				◎			
取付状態検査					◎	◎	
端末処理検査				◎			
接続状態検査				◎			
導通検査				◎			
塗装検査					◎	◎	
貫通部処理状態				◎	◎	◎	

* 1 寸法検査は除く

* 2 高圧ケーブルのみ

◎立会検査 ○書類審査

2) 特殊試験

(1) 耐震試験

(i) 試験概要

盤のフレームをハンマー等で打振し、その時の振動を加速度変換機で検出し、アナライザで解析することにより、固有振動数の検出を行う。

(ii) 試験手順

- 打振部の反対側頂部フレームに加速度変換機を張りつける。
- 加速度変換器、ブリッジボックス、ストレインアンプ、FFTアナライザ及びビデオプリンタを図-10.1.1「耐震試験計測器構成図」に示すとおり接続する。
- 電源投入後、加速度を検出し、FFTアナライザが動作する様にセットする。
- 打振予定部をハンマー（盤との接触部は、布等の柔かいもので養生する）で打振する。
- ビデオプリンターの出力波形から、固有振動数を確認する。

出力波形サンプルを図-10.1.2に示す。

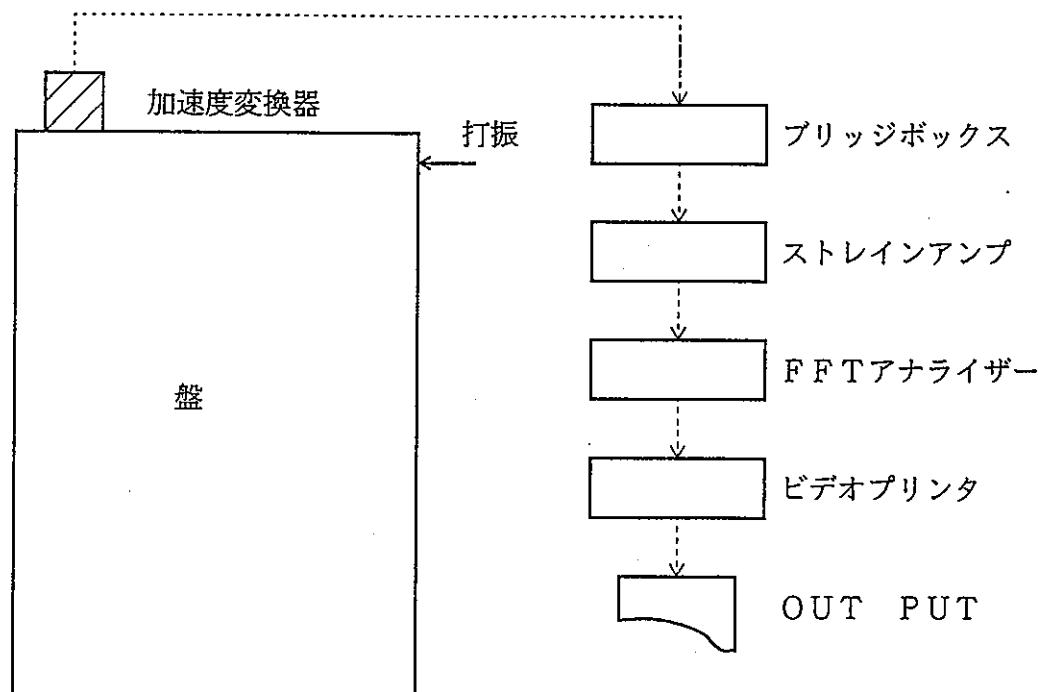


図-10.1.1 耐震試験計測器構成図

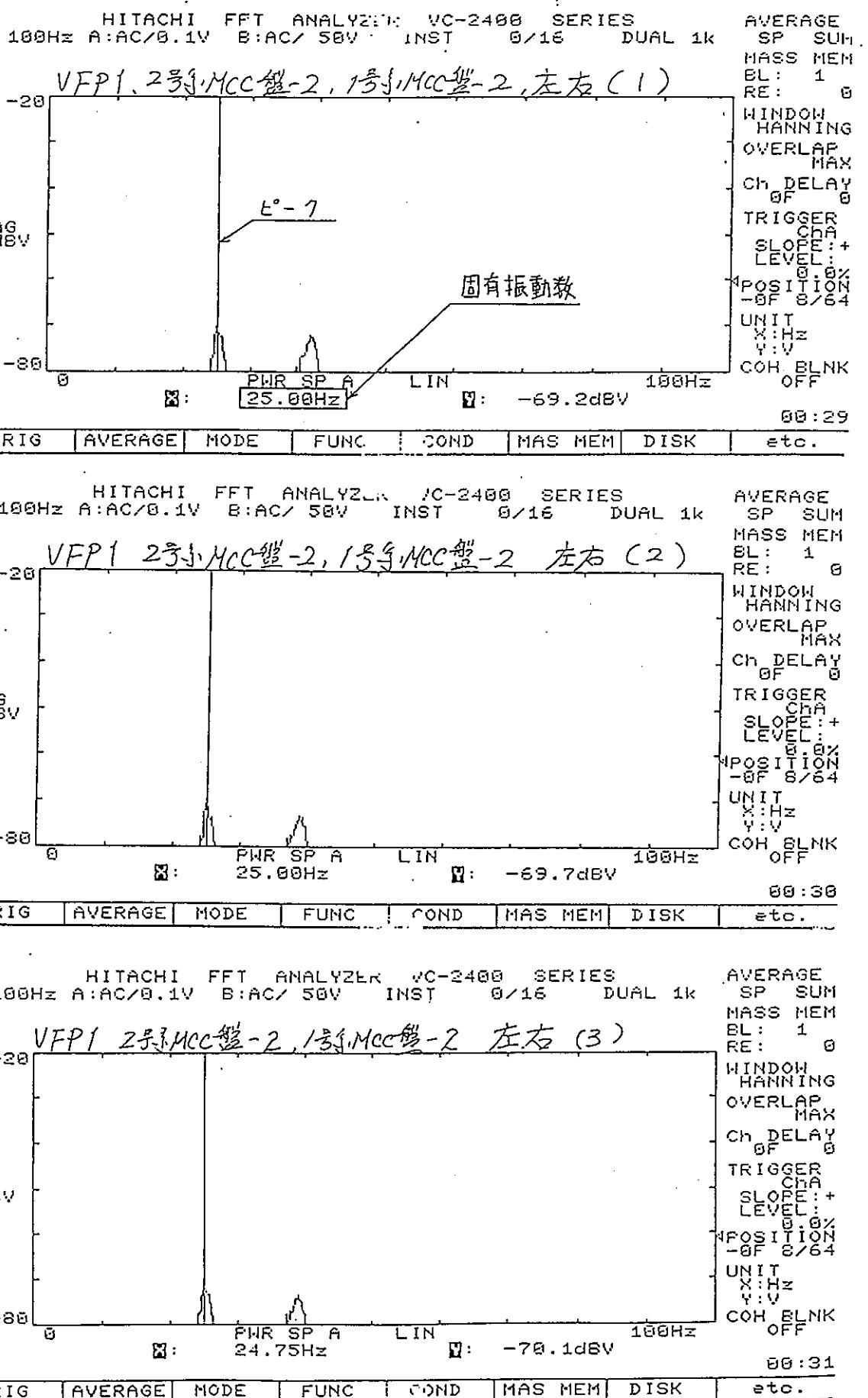


図-10.1.2 耐震試験出力波形サンプル

(2) ケーブル燃焼試験

(i) 垂直トレイ燃焼試験

① 試験概要

垂直トレイの中央部にケーブルを固定し、バーナーの炎をケーブル下部にあて、バーナー停止後自然鎮火した後、ケーブルの損傷状態を調べる。

② 準拠規格

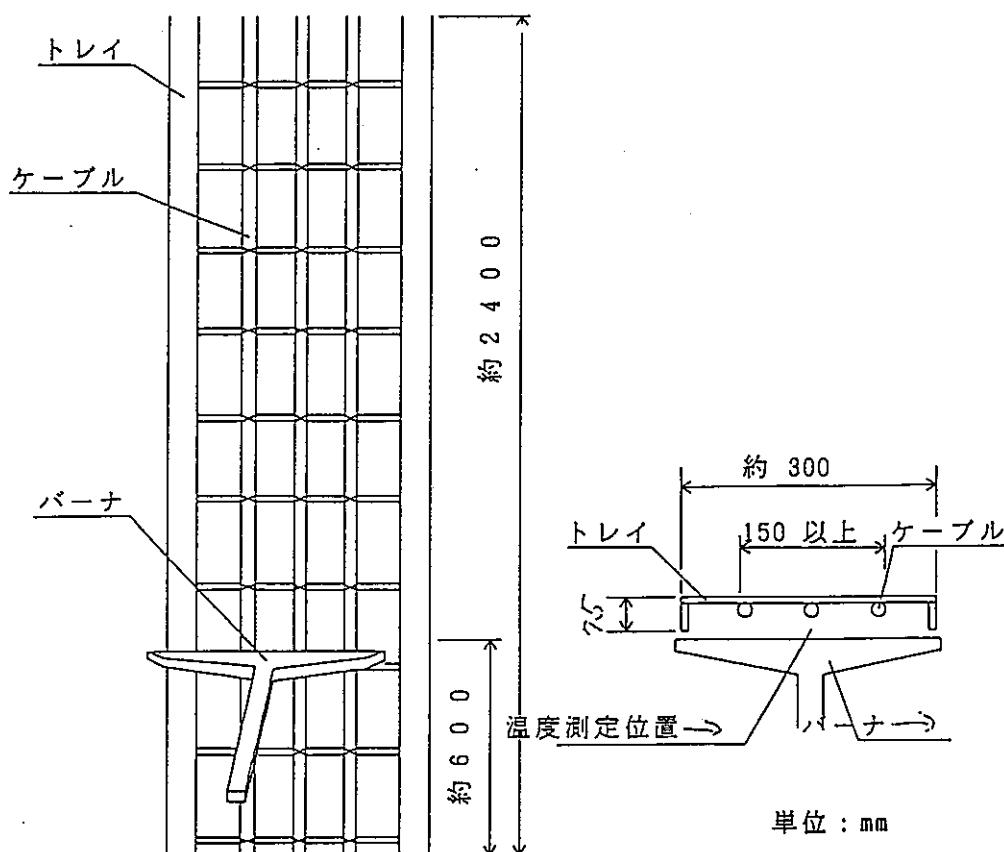
I E E E S t d 3 8 3 - 1 9 7 4 2.5 項

③ 使用機器

- リボンバーナー : 70,000 BTU/hr
- 垂直トレイ : 約2400mm高, 300mm幅

④ 試験手順

- ケーブル完成品から試料を多条に採取する。
- 試料ケーブルを、規定の垂直トレイの幅方向中央部に150mm幅以上となる様に一層に並べ固定する。(図-10.1.3参照)
- 規定の熱量を有するガスバーナーにより試料ケーブル下部(上部から180cm)に炎を規定の位置からあてる。
- 20分間燃焼後、バーナーを停止する。
- 自然鎮火した後、試料ケーブルの損傷状況を確認する。



(ii) 線心垂直燃焼試験

① 試験概要

線心を垂直に保持し、炎をあて燃焼させたとき、線心が1分以上燃え続けないこと、及び、インジケータクラフト紙が25%以上燃えないことを確認する。

② 準拠規格

I C E A S - 6 1 - 4 0 2 6. 5 項

③ 使用機器（図-10.1.4参照）

- ・ 試験フード : W 305, D 356, H 610 mm
- ・ バーナー : 口径 9.5 mm 炎の長さ 127 mm
- ・ インジケータ : 厚さ 0.127 mm, 幅 12.7 mm

④ 試験手順

- ・ ケーブル完成品から試料（線心）を取り出す。
- ・ 試料線心をフード内に垂直にセットする。
- ・ 炎（バーナ）を15秒間隔で5回あて燃焼させる。
- ・ このとき、試料線心が1分を超えて燃え続けないことを確認する。
- ・ また、インジケータのクラフト紙が25%以上燃えないことを確認する。

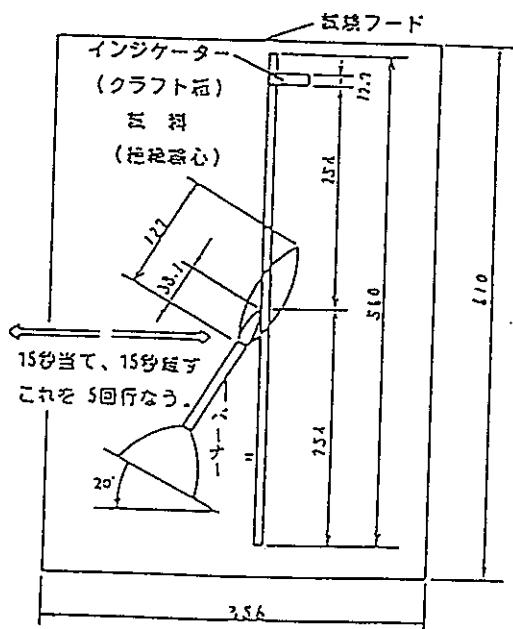


図-10.1.4 垂直燃焼試験装置

10.2 検査に要した人工数

検査に要した人工数を図-10.2.1に示す。

グラフに示すとおり、本工事の検査は、ほとんどが現地検査であり、平成3年4月から7月に集中している。なお、グラフの人工数は、立会不合格分を含んでいないので、実際の人工数は、約2倍程度要している。

11. 工事（設計）変更項目

工事（設計）変更項目は、たいした変更理由のものはないが、今後行う工事の参考用として、

表-11.1「工事（設計）変更項目、内容及び理由」に示す。

表-11.1 工事（設計）変更項目、内容及び理由(1/2)

No.	変更項目	変更内容	変更理由
1	ヒータ制御盤用制御ケーブルの削除	再熱器インターロック盤（H C）から各階設置のヒータ制御盤（H 22, H 23, H 24, H 25, H 26, H 27, H 28）までの制御ケーブルを削除した。	本工事から換気工事に所掌を変更したため
2	シャッタ（S-1, S-2）用動力電源の追加	2階ホールのシャッタ（S-1, S-2）に換気系動力分電盤（V F V 2）から3相400Vの動力電源を追加した。	発注もれ
3	移動電源車用動力分電盤の保守点検用電源ケーブルの追加設置	開発棟3階設置の動力分電盤（V F P 3）から2階設置の移動電源車用動力分電盤（V F B 1, V F B 2）に保守点検用の電源ケーブルを追加設置する。	移動電源車用動力分電盤の保守点検に、移動電源車を使用することなく別電源で行える様にした。
4	移動電源車用動力分電盤（V F B 1, V F B 2）の据付位置変更	開発棟2階設置の移動電源者用動力分電盤（V F B 1, V F B 2）の据付位置を変更した。	建家クレーンの作動範囲との干渉
5	ケーブルラック用サポートのタイプ及び部材変更	ケーブルラック用サポートのタイプ及び部材を変更する。	耐震設計の見直しによる
6	通信用ケーブルラックの追加設置	1階管理棟連絡通路からE P S（①, ②通り）まで400Wの通信用ケーブルラック及びサポートを追加設置した。	

表 - 11.1 工事（設計）変更項目、内容及び理由(2/2)

No.	変更項目	変更内容	変更理由
7	設備負荷変更に伴う動力ケーブルのサイズ、長さの変更	設備負荷容量及び設置場所変更に伴い動力ケーブルのサイズ及び長さを変更した。	設備負荷容量及び設置場所変更による
8	設備容量変更に伴う動力分電盤の仕様変更	設備負荷容量変更に伴い、動力分電盤（VFP1, VFP2, VFP3, VFV1, VFB1, VFB2）の仕様を変更した。	設備負荷容量変更による
9	電気室内保守点検用電源の追加設置	開発棟2階電気室（W260, W261）に、保守点検用スイッチボックスを設置し、3階設置の工事用変圧器盤（VFT）から3相200V電源を給電した。	方向地絡継電器の保守点検用試験器電源として3相200Vが必要である
10	第2中間開前トレンチ内ケーブルラック用サポートの追加設置	第2中間開閉所前T20トレンチ内に、ケーブルラック用サポートを追加設置した。	発注もれ
11	開発棟地下2階移動電源車用ケーブルラックの追加設置	開発棟地下2階A012室から地下1階A022室まで、500Wのケーブルラック及びサポートを追加設置した。	設備の安全性向上のため、専用ルートとした
12	A011室B系ラック用サポートの追加設置	開発棟地下2階A011室にB系ラック用サポートを追加設置した	重要機器に対する系統分離を図るため
13	インタホン設備の削除	インタホン設備の機器及び配線配管を一部削除する。	装置工事で設置するインタホン及び無線通話装置で、十分連絡が可能であるため
14	接地工事の追加	接地工事を一部追加した。	装置工事の設計進捗による

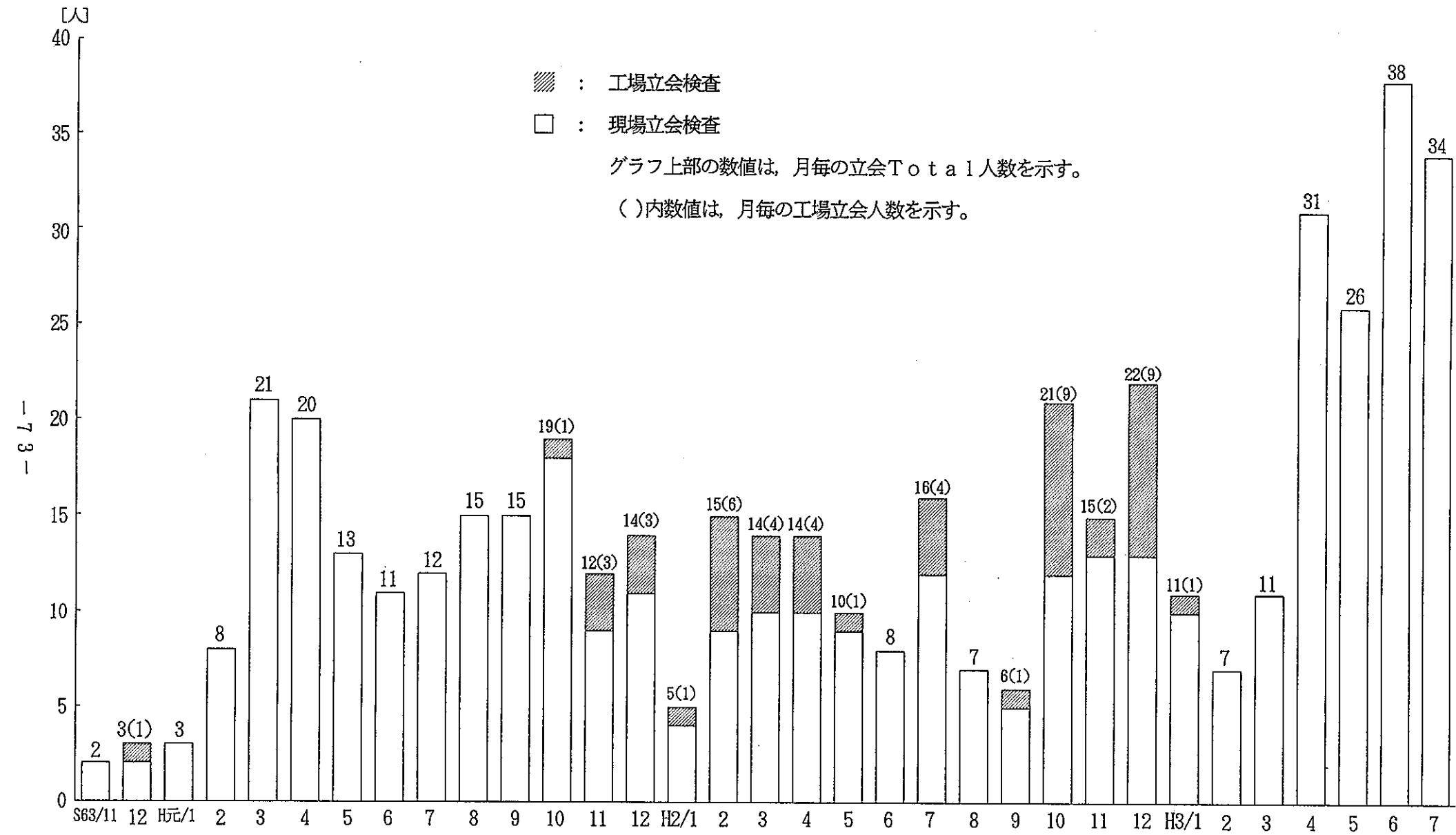


図-10.2.1 検査立会者数

12. 工事中の不具合事例とその対策

1) 盤端子台と結線図の不整合

(1) 事 象

マニプレータ制御盤LP51.162-1(IHI施工)に、東光・東海JVが、ケーブルを接続しようとした所、既に別ケーブルが接続されていた。

結線表と盤の端子台配置が異なっていた。

(2) 原 因

展開接続図を変更したとき、関連する盤詳細図及び結線表が訂正されていなかった。

(3) 対 策

本工事と装置工事の取合結線表については、東光・東海JVに加えてIHIでもチェックを行うこととした。

2) 電力監視盤における信号異常発生

(1) 事 象

「2号系受電力率 信号異常」の発生、復帰メッセージが約10回出力した。

(2) 原 因

高圧配電盤側の配線・機器に異常がないため、2号系受電力率信号値は正常であると判断される。

試運転調整のため、力率が、悪い状態で変動したものと考えられる。

(3) 対 策

信号異常(逸脱)の設定値を、-50%~0%~50% (-0.5mA~0~0.5mA) から-1%~0%~1% (-1.0mA~0~1.0mA) に変更した。

(試運転調整が終了した後は、現地のCRT操作で、元の設定値に変更できる。)

3) 三相電力量計円板の逆回転

(1) 事 象

正常な使用状態で三相電力量計の円板が逆回転していた。

(2) 原 因

第三相の電圧回路ヒューズが断となっていたため、逆回転した。

理論的には、三相電力量計等価回路(図-12.1.1参照)の三相回路力率角に対する電力量(表-12.1.1参照)の関係から、

$$W_3 = V_3 I_3 \cos \phi = 0 \quad (\text{ヒューズ断により } I_3 = 0 \text{ のため})$$

故に

$$W = W_1 + W_3 = W_1$$

従って、力率角の遅れ 60° 以上で「 $W = W_1 < 0$ 」となり、円板が逆回転する。

表 - 12.1.1 三相回路力率角に対する電力量

三相回路力率角 ϕ	-90°	-60°	-30°	0°	$+30^\circ$	$+60^\circ$	$+90^\circ$
V12に対するI1の移送角 ϕ_1	-120°	90°	-60°	-30°	0°	$+30^\circ$	$+60^\circ$
$W_1 = V_{12} \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1$	$-\frac{1}{2\sqrt{3}} Q$	0	$\frac{1}{2\sqrt{3}} Q$	$\frac{1}{2} Q$	$\frac{1}{\sqrt{3}} Q$	$\frac{1}{2} Q$	$\frac{1}{2\sqrt{3}} Q$
V32に対するI3の移送角 ϕ_3	-60°	-30°	0°	$+30^\circ$	$+60^\circ$	$+90^\circ$	$+120^\circ$
$W_3 = V_{32} \cdot I_3 \cdot \cos \phi_3$	$\frac{1}{2\sqrt{3}} Q$	$\frac{1}{2} Q$	$\frac{1}{\sqrt{3}} Q$	$\frac{1}{2} Q$	$\frac{1}{2\sqrt{3}} Q$	Q	$-\frac{1}{2\sqrt{3}} Q$
$W = W_1 + W_3$	0	$\frac{1}{2} Q$	$\frac{\sqrt{3}}{2} Q$	Q	$\frac{\sqrt{3}}{2} Q$	$\frac{1}{2} Q$	0

(+ は進み、 - は遅れ)

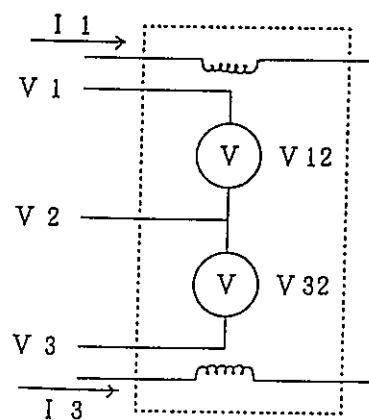


図 - 12.1.1 三相電力量計の等価回路

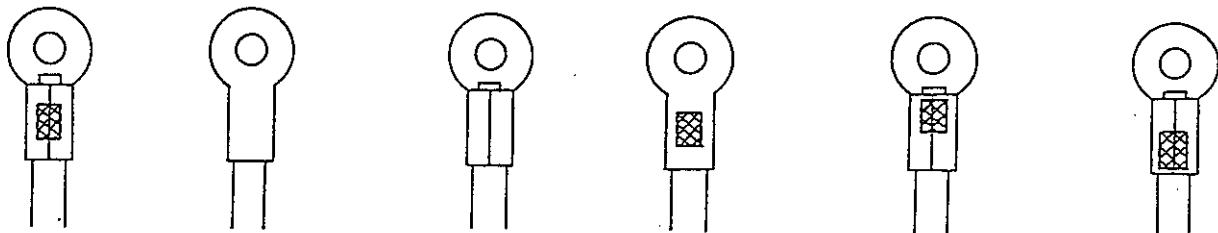
(3) 対策

溶断ヒューズの交換を行った。

4) 配線端末処理不具合

(1) 事 象

配線端末処理部（圧着端子部）で、下図の様な、箇所が発見された。



表

裏

表

裏

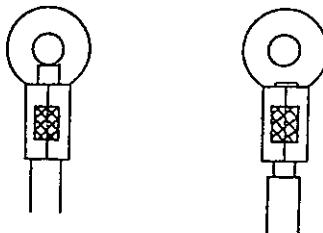
正常な端末処理

圧着箇所が表と裏で

圧着箇所が前後にズレ

逆であった

ていた



☒ 圧着箇所を示す。

芯線長さが不適切

(2) 原 因

作業員に対する教育不足並びに工事監督者自身の勉強及び注意不足

(3) 対 策

不具合部切断の後、端末処理を再度実施した。

5) その他の不具合

不具合は、前述に示すもの以外にも、手配ミス、図書の修正もれ、図書の確認不足、施工ミス等に起因するものが多々確認されたが、今後の工事の参考にならないため省略する。

13. 反省及び今後の課題

本工事では、メーカーの体質による設計・施工・検査上の問題及び作業員の質による施工上の問題が多発し、その事後処理に多大な時間を費やした。

前者については、今後、事前に、PNCとしてどの様な管理をすべきか、また、何をすべきか検討し、計画に従った業者指導の必要性を痛感させられた。

後者は、この業者に限ったことではなく、業界全体として、作業員が不足しており、その質が落ちていることを痛感させられた。作業員への教育、監督者の必要以上な施工管理、また、PNCとしての指導が必要である。

14. 謝　　辞

ガラス固化技術開発施設電気設備工事の実施にあたり、当建設工務管理室をはじめ、環境施設部、再処理工場、再処理技術開発部、安全管理部、及び環境技術開発部等関係各課各位の御指導と御協力、並びに本社環境技術開発推進本部業務課、安全部、及び工務建設室等関係各位の御指導ありがとうございました。

深く感謝致します。