

高速実験炉使用済燃料貯蔵施設 電源設備の設計

1977年11月

動力炉・核燃料開発事業団

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。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター

システム開発推進部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technology Management Section, O-arai Engineering Center, Power Reactor
and Nuclear Fuel Development Corporation 4002, Narita O-arai-machi Higashi-
Ibaraki-gun, Ibaraki, 311-14, Japan

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

高速実験炉使用済燃料貯蔵施設 電源設備の設計

小澤 健二**	鈴木 保治*
宇佐美正行**	井戸満喜男**
西野 一成**	遠藤 昭**
福田 達**	松野 義明**

要 旨

使用済燃料貯蔵施設の電源設備の設計は、(1)停電時における重要機器の安全性の確保、(2)電源の安定供給および(3)使用機器の互換性を考慮して行なった。本資料は、電源設備の設計条件および根拠を纏めたものである。

* (現)四国電力株式会社

** 高速実験炉部原子炉第2課

Nov., 1977

Design of Electric Power Supply System
for Spent Fuel Storage Facility in JOYO

Kenji	Ozawa**	Yasuji	Suzuki*
Masayuki	Usami**	Makio	Ido**
Katunari	Nishino**	Akira	Endou**
Toru	Fukuda**	Yoshiaki	Matsuno**

Abstract

The design of electric power supply system for the spent fuel storage facility was conducted in consideration of the following.

- (1) Insurance of safety condition of essential equipment and machines under the power failure.
- (2) Stability power supply.
- (3) Exchangeability of electric appliances.

This document was to be compiled with the design condition and its basis of electric power supply system for the spent fuel storage facility.

* Shikoku Electric Company.

** Maintenance Section, Experimental Fast Reactor Division, O-arai Engineering Center, PNC.

目 次

1. まえがき.....	1
2. 電源設備の概要.....	2
2.1 常陽電源設備の概要.....	2
2.2 使用済燃料貯蔵施設電源設備の概要.....	3
3. 設 計.....	7
3.1 設計条件および主要目.....	7
3.2 電源供給源の決定.....	9
3.3 変圧器容量の決定.....	10
3.4 電源ケーブルの決定.....	12
3.5 遮断器遮断容量の決定.....	16
3.6 直流電源装置容量の決定.....	25
4. む す び.....	27
5. 謝 辞.....	27
6. 使用済燃料貯蔵施設電源負荷リスト.....	28

1. ま え が き

使用済燃料貯蔵施設（SFF）には、燃料貯蔵取扱設備，水冷却浄化設備，空調換気設備，放射線管理設備および荷役設備等重要機器が多数設置されている。

使用済燃料貯蔵施設電源設備は上記機器に電源を供給する。また，外部電源喪失時には非常系電源から施設の安全上必要な換気ファン，消火栓ポンプ，直流電源盤および放射線管理設備に給電する。電源設備に使用する電気機器の選定は，既設電気機器との互換性を考慮して行なった。

2. 電源設備の概要

2.1 常陽電源設備の概要

常陽電源設備は原子炉の運転・監視および安全確保のために運転を必要とする補機、制御盤等に電源を供給すると共に、外部電源使用不可能時には原子炉を安全に停止するために必要な電源を供給する。

電源系統の母線は2母線または3母線に分離し、その構成機器の機能喪失による全停を避ける。

電源系統の構成と母線の運用は以下の通りである。

(1) 一般系電源系統

一般系電源系統は、外部電源健全時のみ運転を行ない3.3kV母線(1Aおよび1B母線)、400V母線(2Aおよび2B母線)および200V母線(3Aおよび3B母線)から構成される。

2母線は常時それぞれ単独運転されるが、一方の母線の停電時には、母線連絡用しゃ断器を投入することにより他方から一方の負荷の一部に対して給電することができる。

(2) 非常系電源系統

非常系電源系統は、常時外部電源により運転を行なうが、外部電源喪失時非常用電源設備(ディーゼル発電設備)により運転を行ない、3.3kV母線(1Cおよび1D母線)、400V母線(2C、2Dおよび2S母線)、200V母線(3C、3Dおよび3S母線)、ヒーター用200V母線(1HC、1HD、2HCおよび2HD母線)および100V母線(4C、4Dおよび4S母線)から構成される。

本系統に接続される負荷のうち工学的安全施設のような最も重要な負荷はC母線とD母線に系統分離して接続することにより一方の母線が使用不能の場合でもプラントの安全停止に支障を生じることはない。

その他の負荷はC、DまたはS母線にそれぞれ接続される。

S母線は、CおよびD母線の両方より受電でき常時は片方から受電している。

また、原子炉冷却材は液体金属ナトリウムを使用しているため、その予熱用および保温用に電気ヒーター負荷がありこれらの設備の短絡、地絡事故等が工学的安全施設等に影響を与えないよう電気ヒーター専用の母線を設けている。

C母線とD母線はそれぞれ単独運転を行ない母線連絡は行なわない。また、S母線の切換は手動で行なう。

(3) 非常用電源設備

外部電源喪失時、非常系電源系統に給電しプラントの安全を確保するため、非常用電源設備としてディーゼル発電設備を2組設置する。

外部電源喪失時はディーゼル発電機が2台同時起動され、停電後30秒以内で最初の負荷投入を行ない、以下重要度の高いものより順次投入する。1回の投入容量は投入時の負荷の突入電流を考慮し発電機容量の60%以下とする。2台のディーゼル発電機は単独運転し、並列運転は行なわない。

またディーゼル発電設備は100%負荷に対して10時間運転可能な容量の燃料主貯油槽が設けられている。なお2組のディーゼル発電設備のうち一方が使用可能な場合でも、プラントの安全停止には支障はない。

(4) 無停電電源系統

無停電電源系統は、直流無停電電源系統と交流無停電電源系統より構成され、両系統とも各構成機器2組と母線(C、DおよびS母線)よりなり、各構成機器は1組でプラントの安全停止に必要な負荷に対して100%容量を持っており、1組の構成機器が機能喪失した場合でも他の1組がバックアップできるように設計されている。

特に蓄電池は1組で100%負荷に対して2時間放電できるだけの容量をもっている。また、交流無停電電源系統は、非常系100V系統よりのバックアップが可能である。

2.2 使用済燃料貯蔵施設電源設備の概要

使用済燃料貯蔵施設電源設備は、既設電源設備から一般系電源および非常系電源を受電する。

電源系統の構成は以下の通りである。

(1) 一般系電源系統

一般系電源系統は、外部電源健全時のみ運転を行ない、三相200V母線および単相200V/100V母線で構成される。

一般系電源設備は、主変圧器盤、ACB盤、一般系配電盤で構成され主冷却機建家地下一階、一般系電源盤室3.3kV1Bメタクラ内に遮断器を増設し、3.3kV

高圧ケーブルを用いて主変圧器に給電する。

各盤の機能は、下記の通りである。

(a) 主変圧器盤

一般系高圧三相 33kV の電圧を変圧器を用いて低圧三相 210V に降圧する設備である。

(b) A C B 盤

変圧器 2 次側に気中遮断器 (ACB) を設け、負荷側の電気事故による変圧器への事故波及を防止する設備である。

(c) 一般系低圧配電盤 (1), (2)

配線用遮断器を設け低圧三相 200V 負荷に給電する設備で主な負荷は水冷却浄化設備、空調設備および荷役設備である。

(d) 一般系低圧配電盤 (3)

一般系单相 200V 電源を変圧器を用いて、低圧单相三線 200V-100V 負荷に給電する設備で主な負荷は一般照明設備および実験用電源である。

(2) 非常系電源系統

非常系電源系統は常時外部電源により運転を行なうが、外部電源喪失時非常用電源設備 (ディーゼル発電設備) により運転を行ない、三相 200V 母線および单相 200V/100V 母線で構成される。

非常系電源設備は、非常系動力盤および非常系照明盤で構成され、原子炉建家地上 2 階 400V 2SP/C 内より分岐して、600V 耐火電線を用いて、変圧器に給電する。

各盤の機能は、下記の通りである。

(a) 非常系動力盤

非常系三相 400V 電源を変圧器にて三相 210V に降圧し、配線用遮断器を設け、負荷に給電する設備である。主な負荷は、空調設備および放射線管理設備である。

(b) 非常系照明盤

非常系三相 400V 電源を変圧器を用いて单相三線 210V/105V に降圧し、非常灯照明設備および放射線管理設備に給電する。

(3) 直流電源系統

直流電源系統は、常時外部電源により運転を行なうが、外部電源喪失時には、直流電源盤内蔵バッテリーにより、直流100Vを負荷に給電する。

直流電源盤の機能は下記の通りである。

整流器、蓄電池および配線用遮断器で構成され、直流100V負荷に給電する設備で主な負荷は直流灯照明である。

図1に使用済燃料貯蔵施設電源系統図を示す。

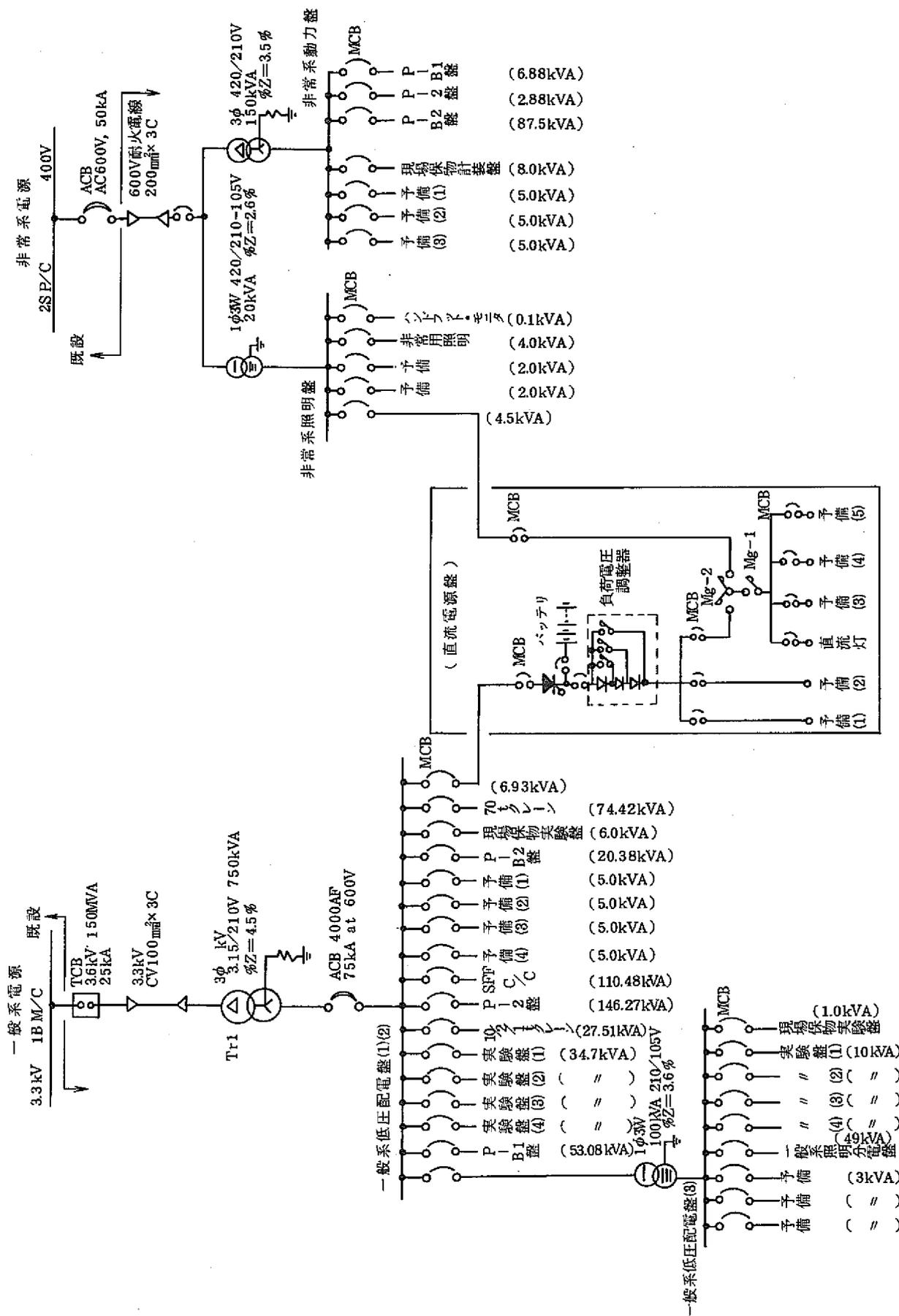


図1 使用済燃料貯蔵施設電源系統図

3. 設 計

3.1 設計条件および主要目

(1) 設計条件

(a) 温度，湿度条件

温度 40℃， 湿度 10～90%RH

(b) 耐震クラス

Cクラス

(c) 使用機器

遮断器，継電器および指示計器類は，既設電気機器との互換性を考慮して機種選定を行なう。

(d) 母線電圧

母 線 名	母 線 電 圧	周 波 数
一般系 3φ 3W 200V 母線	AC 210V ±10%	50Hz ±5%
一般系 1φ 3W 200V / 100V 母線	AC $\begin{matrix} 210V \\ \pm 10\% \\ 110V \end{matrix}$	50Hz ±5%
直流 100V 母線	DC $\begin{matrix} +5\% \\ 110V \\ -0\% \end{matrix}$	—
非常系 3φ 3W 200V 母線	AC 210V ±10%	50Hz ±5% ※1
非常系 1φ 3W 200V / 100V 母線	AC $\begin{matrix} 210V \\ \pm 10\% \\ 110V \end{matrix}$	50Hz ±5% ※1

※1 ディーゼル運転時 ±10%

(2) 主要目

(a) 主変圧器盤

- 数量 1 面
- 型式 屋内用鋼板製単位閉鎖形
- 定格 AC 3.45kV, 50Hz
- 主要収納機器 変圧器 (幹式 H種 750kVA 3φ 3.15kV /
210V △-人)
計器用変圧器

地絡過電流繼電器

電圧計

(b) A C B 盤

- 数量 1 面
- 形式 屋內用鋼板製單位閉鎖形
- 定格 AC 600V, 50Hz
- 主要收納機器 氣中遮斷器 (ACB 75kA at 600V 4000AF)
引出形

變流器

過電流繼電器

電流計

(c) 一般系配電盤

- 数量 1 組 (3 面)
- 形式 屋內用鋼板製單位閉鎖形
- 定格 AC 600V, 50Hz
- 主要收納機器 變壓器 (乾式 H種 100kVA 1φ 3W)
210V/210V-105V

變流器

地絡過電流繼電器

配線用遮斷器

電圧計

電流計

(d) 非常系配電盤

- 数量 1 組 (2 面)
- 形式 屋內用鋼板製單位閉鎖形
- 定格 AC 600V, 50Hz
- 主要收納機器 變壓器 (乾式 H種 150kVA 3φ)
420V/210V △-人
- 變壓器 (乾式 H種 20kVA 1φ 3W)
420V/210V-105V

計器用変圧器

変流器

地絡過電流継電器

配線用遮断器

電圧計

電流計

(e) 直流電源盤

- 数量 1 面
 - 形式 屋内用鋼板製単位閉鎖形
 - 定格 AC600V, 50Hz (2次側DC200V)
 - 主要収納機器
 - 整流器 (SCR式全自動定電圧シリコン整流器)
 - 20A
 - 蓄電池 (ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池)
 - 80AH/5HR
- 配線用遮断器
- 電流計

3.2 電源供給源の決定

(1) 一般系電源の供給源の決定および妥当性

(a) SFF一般系電源の供給源として既設200V母線もしくは3.3kV母線が考えられたが、下記理由により3.3kV母線から供給することにした。

(i) 200V母線からSFFに電源を供給する場合既設主冷却建家からSFFまでの距離が非常に長く、かつSFFの負荷容量が750kVAと大きい為ケーブルサイズは非常に太くなってしまい。また現在の配線ルートではケーブルの配線がむずかしい。

(ii) SFFの負荷容量が750kVAで、既設の200V配電系統からは500kVAしかとることができない。

(b) SFF一般系電源の供給源として既設1BM/Cに決定した理由および妥当性

(i) 常陽電源設備主変圧器容量12500kVAのなかには、将来増設される設備として2000kVAを考慮している。この為SFFの一般系電源として1BM/Cから750kVAを使用しても問題はない。

下記に主変圧器 12500kVA の容量算定式を示す。

$$P_{MT} \geq \alpha \beta \left\{ \Sigma (P_{1AC} + P_{1BC}) + \frac{1}{2} \Sigma (P_{1AL} + P_{1BL}) \right\} + \gamma$$

P_{MT} : 主変圧器定格容量

P_{1AC} : 1AM/Cの連続運転する負荷容量 (kVA)

P_{1BC} : 1BM/C " (")

P_{1AL} : 1AM/Cの間欠運転する負荷容量 (")

P_{1BL} : 1BM/C " (")

α : 設計余裕で 1.05 とする。

β : 負荷率 0.9

γ : 将来増設される設備 2000 [kVA] とする。

(2) SFF非常系電源の供給源の決定および妥当性

(a) SFFから原子炉付属建屋2階までの距離が、非常に長く電圧降下の面から考えて200Vよりも400Vで供給する方がケーブルサイズが細くなるとともに配線ルートの確保が容易である。

(b) 2SP/Cを供給源とする妥当性

2CP/C変圧器および2DP/C変圧器容量は2000kVAであり、2SP/C負荷は連続113kVA、間欠57kVA、2CP/C負荷は連続1238kVAとなっている。2DP/C、2SP/Cについても同様である。この為2C、2DP/C用変圧器としてはSFF非常用電源として予想される170kVAを追加してもまだ余裕がある。

$$\begin{aligned} \text{余裕 } P \text{ (kVA)} &= 2000 - 1.05 \times 0.9 \times (1238 + 113 + \frac{1}{2} \times 57) - 170 \\ &= 526 \text{ (kVA)} \end{aligned}$$

3.3 変圧器容量の決定

変圧器容量は次式により計算を行なう。

$$P \geq \frac{\left(\sum \frac{P_{in}}{2} + \sum P_n \right)}{\eta \cos \theta} \times \beta \times \alpha + \gamma$$

P (kVA) : 変圧器容量

$\sum P_n$ (kW) : 各電動機の定格容量の総和

$\frac{1}{\eta \cos \theta}$: $\frac{1}{\text{効率}} \times \frac{1}{\text{力率}}$ 電動機については $\frac{1}{0.8} = 1.25$, 電熱負荷は 1.0 とする。

P_{in} (kW) : 間欠負荷

β : 負荷率

α : 設計余裕率

γ : 予備負荷容量

P_n : 連続負荷

(1) SFF主変圧器容量の決定

負荷リスト №1, №2 より下記のようになる。

$$P_1 \geq 1.2 \times 0.9 \times \left(457.93 + \frac{270.94}{2} \right) + 20 = 660.87 \text{ kVA}$$

よって 750 kVA に決定する。

P_1 (kVA): 主変圧器容量

β : 0.9

α : 1.2

γ (kVA): 予備負荷容量 20 (kVA)

(2) 一般系低圧配電盤用変圧器容量の決定

負荷リスト №11 より下記のようになる。

$$P_2 \geq 1.2 \times 0.9 \times \left(51.5 + \frac{40}{2} \right) + 9 = 86.22 \text{ kVA}$$

よって 100 kVA とする。

P_2 (kVA): 一般系低圧配電盤用変圧器容量

$$\beta : 0.9$$

$$\alpha : 1.2$$

$$\beta : \text{予備負荷容量 } 9 \text{ (kVA)}$$

(3) 非常照明用変圧器容量の決定

負荷リスト No.16 より下記のようになる。

$$P_3 \geq 1.2 \times 0.9 \times 8.6 + 4 = 13.29 \text{ kVA}$$

よって 20 kVA とする。

P_3 (kVA): 非常照明用変圧器容量

$$\beta : 0.9$$

$$\alpha : 1.2$$

$$\gamma : \text{予備負荷容量 } 4 \text{ (kVA)}$$

(4) 非常動力用変圧器容量の決定

負荷リスト No.12 より下記のように決定する。

$$P_4 \geq 1.2 \times 0.9 \times 105.26 + 15 = 142.21 \text{ kVA}$$

よって 150 kVA に決定する。

P_4 (kVA): 非常動力用変圧器容量

$$\beta : 0.9$$

$$\alpha : 1.2$$

$$\gamma : \text{予備負荷容量 } 15 \text{ (kVA)}$$

3.4 電源ケーブルの決定

(1) 決定根拠

ケーブルサイズを決定する場合、下記条件を満足するものとする。

(a) 電流容量

全負荷時の電流値の 1.2 倍以上の許容電流を有したケーブルサイズ。(一般系ケーブルの許容電流は、1 例 6 条 (s=d) 空中暗き r 布設、基底温度 30℃ の値を採用する。)

(b) 短絡電流

短絡電流が 0.1 秒 (遮断器の遮断時間より決定) 流れたとしても、使用可能

なケーブルサイズ

(c) 電圧降下

下記の値を満足するケーブルサイズ。

- (i) 3.3kVM/CよりSFF主変圧器までの電圧降下は5% (3150V×0.05=157.5V) 以内とする。
- (ii) 2SP/Cより非常系変圧器までの電圧降下は5% (400V×0.05=20V) 以内とする。

(2) ケーブルサイズの計算

(a) 一般系3.3kV母線ケーブル(1BM/CからSFF主変圧器間)

(i) 電流容量に対する検討

SFF主変圧器750kVA100% 負荷とし、電流値I(A)を計算すると

$$I = \frac{750 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 3.150} \times 1.2 = 137.46 \times 1.2 = 165 \text{ A}$$

3.3kV CV3 芯ケーブルで80mm²(176A)以上あればよい。

(ii) 短絡電流に対する検討

1BM/C遮断電流25000A(主変圧器1次側での短絡電流16000A)が流れたとすると、最小ケーブルサイズは下式より

$$\left(\frac{I}{S}\right)^2 t = 5.05 \times 10^4 \times \log_e \frac{234+T}{234+T_0} \dots\dots\dots (1)$$

S : 導体断面積 (mm²)

t : 通電時間 (秒)

T : 短絡時最高許容温度 (°C)

T₀ : 初期導体温度 (°C)

I : 短絡電流 (A)

$$\left(\frac{25000}{S}\right)^2 \cdot 0.1 = 5.05 \times 10^4 \times \log_e \frac{234+230}{234+90}$$

$$S = \frac{25000 \times \sqrt{0.1}}{133.9} = 59.0 \text{ (mm}^2\text{)}$$

以上の結果より最少ケーブルサイズは59mm²以上あればよい。

ケーブル計算条件 T : 230 (°C)

T₀ : 90 (°C)

(iii) 電圧降下に対する検討

(i)(ii)の結果より 3.3 kV CV100mm²×3C ケーブルを選定し、165Aの負荷電流が流れた場合の電圧降下は、下式より

$$v = \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta) \times \ell \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2)$$

I : 負荷電流 (A)

R : 導体抵抗 (Ω/km)

X : 導体リアクタンス (Ω/km)

θ : 負荷力率 0.8 とする

ℓ : ケーブル 1 条当りの長さ (m)

v : 電圧降下 (V)

$$v = \sqrt{3} \times 165 (0.236 \times 0.8 + 0.155 \times 0.6) \times 130 \times 10^{-3} = 1.05 \text{ V とする。}$$

以上の結果より(i)(ii)(iii)の3つの条件を満足するケーブルは余裕を考慮して 3.3 kV CV100mm²×3C ケーブルを選定する。

3.3 kV CV100mm ² ×3C	許容電流	204A (>165A)
	短絡電流	40240A (>25000A)
	電圧降下	1.05V (<1.57V)

(b) 非常系400V母線ケーブル(2SP/CからSFF非常系変圧器間)

SFFの非常用照明および消火栓ポンプ用電源は消防法および建築基準法の規制を受ける。消防法施行規則第12条4号は非常電源の配線に係る条文(建築基準法による規制を満足する。)によると、「配線は、電気工作物に係る法令の規定によるほか次の(イ)から(ウ)までに定めるところによること。」

- (イ) HIVまたはこれと同等以上の耐熱性を有する電線を使用すること。
- (ロ) 電線は、耐火構造の主要構造部に埋設することにより、またはこれと同等以上の耐熱効果のある方法により保護すること。但しMIケーブルまたは消防庁長官の定める基準に適合する電線を使用する場合はこの限りでない。
- (ハ) 開閉器は不燃性の材料で造られた耐熱効果のある箱または場所に収納すること。

非常系400Vケーブルは、既設トレイを利用して布設するため(ロ)の但し書き消防庁長官の定める基準に適合する耐火電線(昭和電線PFAK相当品)を使用することとした。

(i) 電流容量に対する検討

非常系動力用変圧器3相150kVA, 非常系照明用変圧器単相20kVAを100%負荷とし電流値I(A)を計算すると

$$I = \left(\frac{150 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} + \frac{20 \times 10^3}{400} \right) \times 1.2$$

$$= 319.8 \text{ (A)}$$

電流容量のみで検討すると耐火電線(PFAK)200mm²(360A)でよい。

(ii) 短絡電流に対する検討

2SP/C SFF非常系電源ACBの遮断電流50kAが0.1秒間通電した場合においても導体が焼鈍しない程度のケーブル断面積A(mm²)を求める。耐火電線の構造は図2のように導体(軟銅)の外部に耐火層があり, そのまわりにポリエチレン絶縁体がある。耐火層は0.5mm程度と非常にうすい為短絡時許容電流計算式はポリエチレン絶縁体の式を採用する。

(1)式より

$$S = \frac{I \cdot \sqrt{t}}{98} = \frac{50 \times 10^3 \times \sqrt{0.1}}{98} \approx 170 \text{ (mm}^2\text{)}$$

S : 導体断面積 (mm²)

I : 短絡電流 (A) 50 (kA)

t : 通電時間 (秒) 0.1 (秒)

耐火電線は170mm²以上あればよい。

(iii) 電圧降下に対する検討

(i)(ii)の結果より耐火電線(PFAK)200mm²×3Cを選定した場合の電圧降下は,

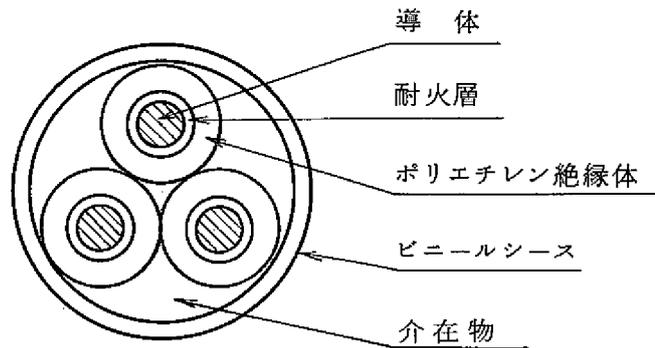


図 2

(2)式より

$$v = \sqrt{3} \times 319.8 \times (0.121 \times 0.8 + 0.106 \times 0.6) \times 160 \times 10^{-8}$$

$$= 14.2 \text{ (V)}$$

$$I : 319.8 \text{ (A)}$$

$$R : 0.121 \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

$$X : 0.106 \text{ (}\Omega/\text{km)}$$

$$l : 160 \text{ (m)}$$

θ : 負荷力率 0.8 とする。

設計条件のケーブル電圧降下 5% = 20 (V) を満足する。

以上の結果より (i)(ii)(iii) の 3 つの条件を満足する 600V 耐火電線 200mm² × 3C に決定する。

3.5 遮断器遮断容量の決定

(1) 短絡電流の計算

遮断器などの主回路機器の選定，保護継電器の選定および整定等の為に短絡電流を計算する必要がある。短絡電流の計算に必要な電気故障の種類としては短絡と地絡の 2 種類が考えられ，故障は一般に地絡が先行し，短絡に発展するところが多い。通常 3 相短絡の場合が故障電流は最大となり，線間短絡の場合は 3 相短絡の 86.7% となる。地絡時の故障電流は系統の中性点接地方式により異なるが，地絡電流が 3 相短絡電流より大きくない為故障電流の計算は三相短絡のみについて計算する。

(a) 計算前提条件

(i) 最大短絡電流

3相完全短絡した場合の短絡電流とする。

(ii) 交流電動機はすべて誘導電動機とし、誘導電動機の初期過渡リアクタンス

x''_d は20%と仮定する。

(iii) 変圧器インピーダンスの裕度

変圧器はすべてJEC-168の裕度付とする。従って各点の短絡電流は-10%の裕度にて求めるものとする。

○ 一般系電源

主変圧器3 ϕ 750kVAのみ-10%の裕度とし、1 ϕ 3W100kVA変圧器は公称インピーダンスを用いて短絡電流を算出する。

○ 非常系電源

非常系動力変圧器および非常系照明変圧器とも公称インピーダンスを用いて短絡電流を算出する。

(iv) 計算式

パーセントインピーダンス法にて計算するものとする。

計算式

$$I_s = \frac{100 \times P}{\sqrt{3} \times E \times [\%Z]}$$

I_s : 三相短絡電流 (A)

P: 基準三相容量 (kVA)

E: 電圧 (短絡点の故障前電圧) [kVA]

[%Z]: パーセントインピーダンス (%)

(b) 短絡電流の計算

図3 使用済燃料貯蔵施設電源系統仮想事故点図において一般系A, B, C点, 非常系E, F, G点を仮想短絡点として短絡電流を求める。三相非対称係数としては, 1.25の値を用いて計算する。

(i) A点での三相短絡電流 I_{SA}

$$\%Z_A = 0.625 + 0.788 = 1.413 (\%)$$

$$I_{SA} = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 3.3 \times 10^3} \times \frac{100}{1.413} = 12382 \text{ (A)} \text{ (対称値)}$$

非対称電流 I'_{SA} (A)は

$$I'_{SA} = 1.25 \times I_{SA} = 15477 \text{ (A)}$$

(ii) 一般系低圧配電盤母線B点での三相短絡電流 I_{SB}

$$\begin{aligned} \%Z_B &= \frac{1}{\frac{1}{0.625+0.788+6.0} + \frac{1}{2687} + \frac{1}{3768} + \frac{1}{1367} + \frac{1}{181.0} + \frac{1}{9814} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{727}} \\ &= \frac{1}{0.135+0.00372+0.00265+0.00732+0.00552+0.00102+0.001+0.00138} \\ &= \frac{1}{0.1539} = 6.3448 (\%) \end{aligned}$$

$$I_{SB} = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 0.21 \times 10^3} \times \frac{100}{6.3448} = 43333 \text{ (A)} \dots\dots \text{対称値}$$

非対称電流 I'_{SB} は

$$I'_{SB} = 1.25 \times I_{SB} = 54166 \text{ (A)}$$

(iii) C点での短絡電流 I_{SC}

$$\begin{aligned} \%Z_C &= 36 + \frac{1}{\frac{1}{0.625+0.788+6.0} + \frac{1}{2687} + \frac{1}{3768} + \frac{1}{1367} + \frac{1}{181.0} + \frac{1}{9814} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{727}} \\ &= 36 + 6.3448 = 42.6896 (\%) \end{aligned}$$

100V系での短絡 I_{SC100} , 非対称 I'_{SC100}

$$I_{SC100} = \frac{1000 \times 10^3}{0.1 \times 10^3} \times \frac{100}{453448} = 23616 \text{ (A)}$$

$$I'_{SC100} = 1.25 \times I_{SC100} = 29520 \text{ (A)}$$

200V系での対称三相短絡電流 I_{SC200} , 三相非対称電流 I'_{SC200}

$$I_{SC200} = \frac{1000 \times 10^3}{0.21 \times 10^3} \times \frac{100}{453448} = 11246 \text{ (A)}$$

$$I'_{SC200} = 1.25 \times I_{SC200} = 14056 \text{ (A)}$$

(iv) E点での短絡電流 I_{SE}

$$\%Z_E = 1.92 + 1.216 = 1.408 \text{ (\%)}$$

$$I_{SE} = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 0.42 \times 10^3} \times \frac{100}{1.408} = 9763 \text{ (A)} \dots\dots \text{ (対称値)}$$

三相非対称電流 I'_{SE} (A) は

$$I'_{SE} = 1.25 \times I_{SE} = 12204 \text{ (A)}$$

(v) F点での短絡電流 I_{SF}

$$\%Z_F = 1.92 + 1.216 + 1.30 = 1.4408 \text{ (\%)}$$

100V系での三相短絡電流 I_{SF100} (対称値) , 非対称値 I'_{SF100}

$$I_{SF100} = \frac{1000 \times 10^3}{0.1 \times 10^3} \times \frac{100}{14408} = 6941 \text{ (A)}$$

$$I'_{SF100} = 1.25 \times I_{SF100} = 8676 \text{ (A)}$$

200V系での三相短絡電流 I_{SF200} (対称値), 非対称値 I'_{SF200}

$$I_{SF200} = \frac{1000 \times 10^8}{0.21 \times 10^8} \times \frac{100}{144.08} = 3305 \text{ (A)}$$

$$I'_{SF200} = 1.25 \times I_{SF200} = 4131 \text{ (A)}$$

(v) G点での短絡電流 I_{SG}

$$\begin{aligned} \%Z_G &= \frac{1}{\frac{1}{1.92+1216+233} + \frac{1}{228.6} + \frac{1}{694.44} + \frac{1}{2906.9}} \\ &= \frac{1}{0.02675+0.0043744+0.000144+0.000344} = \frac{1}{0.02808} \\ &= 31.63 \text{ (\%)} \end{aligned}$$

$$I_{SG} = \frac{1000 \times 10^8}{\sqrt{3} \times 0.21 \times 10^8} \times \frac{100}{31.63} = 8692 \text{ (A) (対称値)}$$

三相非対称電 I'_{SG} は

$$I'_{SG} = 1.25 \times I_{SG} = 10865 \text{ (A)}$$

(2) 遮断器遮断容量の決定

以上のように各点における三相短絡電流より各遮断器の遮断容量を下記のように決定した。

(a) 一般系遮断器

遮断器名称	計算値による必要な遮断容量(kA)	選定遮断器の遮断容量(kA)	備考
(一般系1BM/C 3.3kV) SFF一般系電源	15477A (非対称値) 12382A (対称値)	25000A at 3.6kV	
一般系ACB盤210V 一般系変圧器2次	54166A (非対称値) 43333A (対称値)	75000A at 600V	
一般系低圧配電盤(1),(2) に収納されている遮断器	同上	最低MCBとして100AF 70000A at 210VAC	
一般系低圧配電盤(3)に 収納されている遮断器	29520A (非対称値) 23616A (対称値)	最低MCBとして100AF 70000A at 210VAC	

(b) 非常系遮断器

遮断器名称	計算値による必要な遮断容量(kA)	選定遮断器の遮断容量(kA)	備考
(非常系2SP/C, 400V) SFF非常系電源	12204(A) (非対称値) 9763(A) (対称値)	MCB400AF 100000A at220VAC	
非常系照明盤遮断器	8676(A) (非対称値) 6941(A) (対称値)	最低MCBとして100AF 70000A at220VAC	
非常系動力盤遮断器	10865(A) (非対称値) 8692(A) (対称値)	最低MCBとして100AF 70000A at220VAC	

表1 一般系負荷のパーセントインピーダンス

回路構成要素	数量	容量	パーセントインピーダンス(%)		備考
			機器容量ベース	1000kVAベース	
主変圧器	1台	750kVA	※1 4.5%	6.0	
P-B2盤	1式	2038kVA	20	981.4	
SFF C/C	1式	11048kVA	20	181.0	
P-2盤	1式	14627kVA	20	136.7	
P-B1盤	1式	5308kVA	20	376.8	
70tクレーン	1式	7442kVA	20	-※2	
10/2/1tクレーン	1式	2751kVA	20	-※2	
予備	1式	20kVA	20	-	
実験盤	1式	1388kVA	-	-	
一般系照明変圧器	1台	100kVA	3.6%	3.6	
電源インピーダンス	1式	160MVA		0.625	

$$\text{主変圧器} \quad 4.5 \times \frac{1000}{750} = 6.0$$

$$\text{一般系照明変圧器} \quad 3.6 \times \frac{1000}{100} = 3.6$$

$$\text{D-B2盤} \quad 20 \times \frac{1000}{2038} = 981.4$$

$$\text{電源インピーダンス} \quad \frac{1}{160} \times 100 = 0.625$$

$$\text{SFF C/C} \quad 20 \times \frac{1000}{11048} = 181$$

$$\text{70tクレーン} \quad 20 \times \frac{1000}{7442} = 268.7$$

$$\text{P-2盤} \quad 20 \times \frac{1000}{14627} = 136.7$$

$$\text{10/2/1tクレーン} \quad 20 \times \frac{1000}{2751} = 72.7$$

$$\text{P-B1盤} \quad 20 \times \frac{1000}{5308} = 376.8$$

$$\text{予備} \quad 20 \times \frac{1000}{20} = 10$$

(注) ※1は-10%裕度をみた値

※2は誘導電動機を使用しているが間欠負荷でありx'dは0%とした。

表2 非常系負荷のパーセントインピーダンス

回路構成要素	数量	容量	パーセントインピーダンス(%)		備考
			機器容量ベース	1000kVAベース	
P-B1盤	1台	6.88 kVA	20	2906.9	
P-2盤	1式	2.88 kVA	20	6944.4	
P-B2盤	1式	8.75 kVA	20	228.6	
非常系動力変圧器	1台	150 kVA	3.5	23.3	
非常系照明変圧器	1台	20 kVA	2.6	130.0	
電源インピーダンス	1式	51.96 MVA	-	1.92	

$$P-B1盤 \quad 20 \times \frac{1000}{6.88} = 2906.9$$

$$P-2盤 \quad 20 \times \frac{1000}{2.88} = 6944.4$$

$$P-B2盤 \quad 20 \times \frac{1000}{8.75} = 228.6$$

$$\text{非常系動力変圧器} \quad 3.5 \times \frac{1000}{150} = 23.3$$

$$\text{非常系照明変圧器} \quad 2.6 \times \frac{1000}{20} = 130$$

$$\text{電源インピーダンス} \quad \frac{1000 \times 10^3 \times 100}{\sqrt{3} \times 600 \times 50 \times 10^3} = \frac{100 \times 10^6}{51.96 \times 10^6} = 1.92$$

(注) 非常系照明変圧器負荷には誘導電動機は無いものとする。また動力負荷の予備についても Motor Contributionは考慮しない。

表3 ケーブルのパーセントインピーダンス

ケーブル名	ケーブル仕様	長さ	インピーダンス (Ω/km)	実インピーダンス (Ω)	パーセントインピーダンス 1000kVA Base (%)
一般系主回路 (1BM/C ~ 主変圧器)	CV100mm ² ×3C	130m	0.653+j0.0926	0.085+j0.012 (0.0858)	0.788
非常系主回路 (2S P/C ~ 非常系変圧器)	PFAK 200mm ² ×3C	160m	0.094+j0.07	0.017+j0.013 (0.0214)	1.216

$$\text{一般系主回路} \quad \frac{0.0858 \times 1000}{(3.3)^2 \times 10} = \frac{8.58}{10.89} = 0.788 \quad (3.3kV系)$$

$$\text{非常系主回路} \quad \frac{0.0214 \times 1000}{(0.42)^2 \times 10} = \frac{21.4}{0.176} = 1.216 \quad (420V)$$

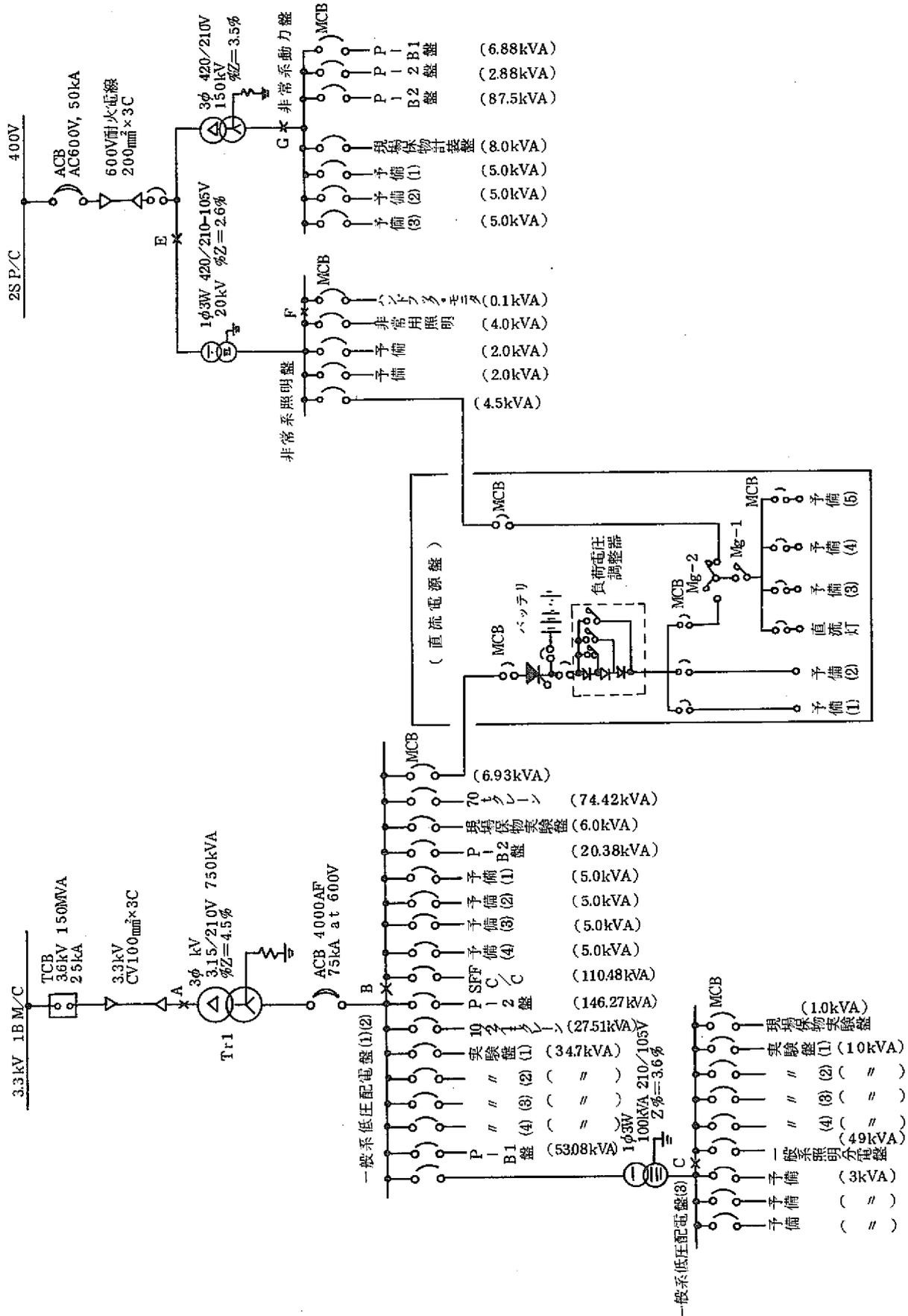
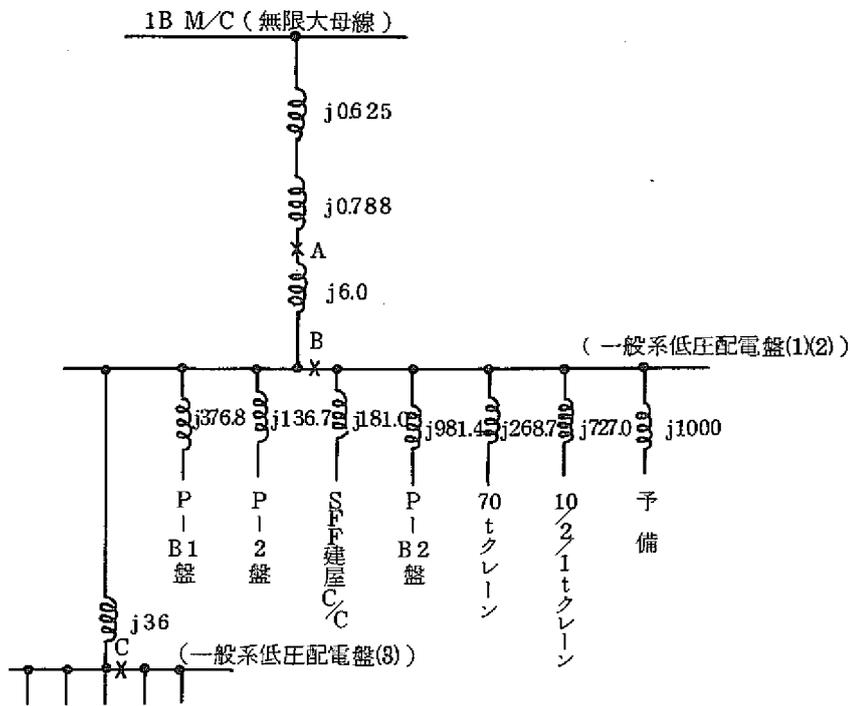
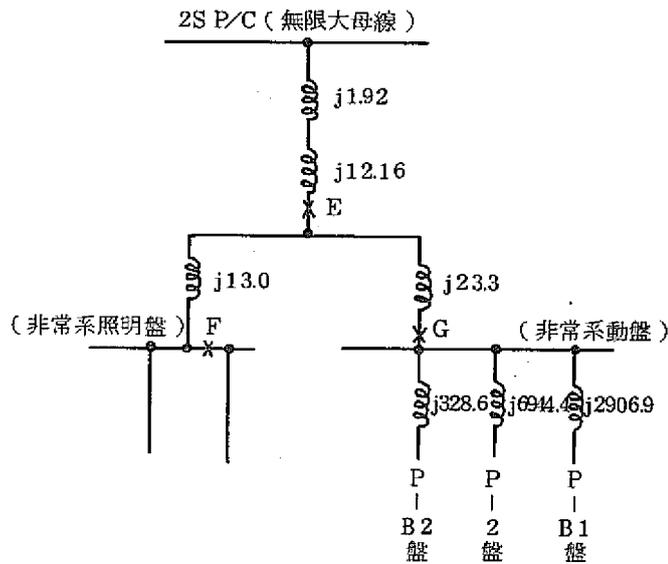


图 3 使用済燃料貯蔵施設電源系統仮想事故点图



※, ×は仮想短絡点を示す。

図4 一般系インピーダンスマップ (基準容量 1000kVA)



※, ×は仮想短絡点を示す。

図5 非常系インピーダンスマップ (基準容量 1000kVA)

3.6 直流電源装置容量の決定

(1) 蓄電池容量の決定

(a) 蓄電池の種類

- (i) 実験炉運転管理棟蓄電池はニッケルカドミウムアルカリ蓄電池DP形を使用しており、メンテナンスを考慮すると同一型式とすることが望ましい。また鉛蓄電池に比べて、メンテナンスが容易であるという理由により“ニッケルカドミウムアルカリ電池”を使用する。
- (ii) SFFの非常用照明用直流電源として使用し放電時間が30分と短い。急速放電の場合、アルカリ電池は、鉛蓄電池より有利である。
- (iii) アルカリ蓄電池は小形である為充電器と組合せたキュービクル形にすることが可能である。

(b) 設計条件

(i) 蓄電池種類

ニッケルカドミウムアルカリ蓄電池

(ii) 放電時間

30分(建築基準法告示第1830号による)

(iii) 保守率

0.8

(iv) 最低蓄電池温度

5℃

(v) 放電末期の蓄電池電圧

91.16V

(vi) 蓄電池数

86セル

(vii) 放電終止電圧

1.06V

(c) 蓄電池容量算出

$$C = \frac{1}{L} (K_1 I) = \frac{1}{0.8} (1.25 \times 45) = 70.3 \text{ (AH)}$$

C : 25℃における定格放電率換算容量 (AH)

L : 保守率 0.8

K : 容量換算時間 1.25 (1.06V 30分 5℃)

よって蓄電池容量は 80AH/5H とする。

(2) 充電器容量の決定

$$\text{整流器出力電流} = I_{LM} + \frac{I_B}{1.0} = 1.0 + \frac{8.0}{1.0} = 1.8 \text{ (A)}$$

I_{LM} : 最大負荷電流 = 1.0 (A)

I_B : 蓄電池 5 時間率容量 = 8.0 (AH)

以上の結果より充電器容量は余裕を見込み 2.0 A とする。

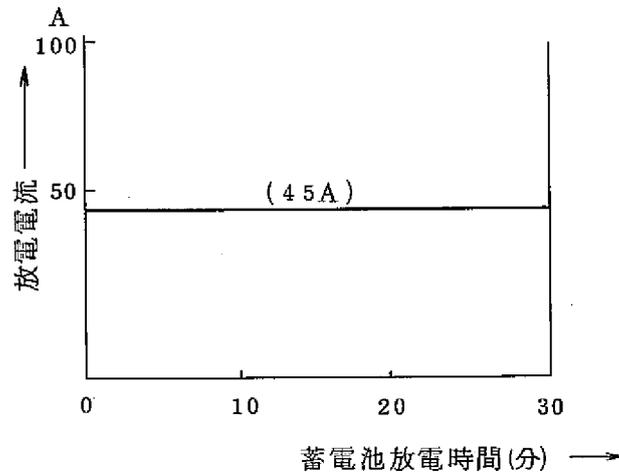


図 6 蓄電池放電特性

4. む す び

使用済燃料貯蔵施設の電源設備の設計は外部電源喪失時における施設の安全性，電源の安定供給および既設設備との互換性等を考慮して行なった。この結果，電源設備の保守運用が，円滑に実施出来る。

5. 謝 辞

資料作成にあたって，御協力戴いた富士電機製造㈱にお礼申し上げます。

文献

- (1) 高速実験炉設計および工事の方法の認可申請書(45)電気設備

6. 使用済燃料貯蔵施設電源負荷リスト

№ 1

S F F 電源負荷リスト

S F F 低圧配電盤(1)-1/2

負 荷 名 称	数 量	設 備 容 量	使 用 電 源 電 圧, 種 類	力 率 cosθ	起 動 方 式	負 荷 容 量 [kVA]			備 考
						連 続	間 欠	非 常 系	
10t/2t/1tクレーン 電動ドア	1式	21.87kW	一般系3相 AC200V				25.64kVA		№3参照
70tクレーン	"	69.95kW	"				※1 74.42kVA (71.50kVA)		№4 "
直流電源盤	1台	3.8 kVA	"			※2 3.8kVA			
現場保物実験盤	1面	6.0 kVA	"			6.0kVA			
実験盤(1)	1式	3.47 kVA	"				3.47kVA		
" (2)	"	"	"				3.47kVA		
" (3)	"	"	"				3.47kVA		
" (4)	"	"	"				3.47kVA		
空調 P-B2盤	"	20.38 kVA	"			20.38kVA			№5参照
空調 P-B1盤	"	5.308 kVA	"			5.308kVA			№6 "
空調 P-2盤	"	14.627 kVA	"			14.6.27kVA			№7 "

※2 直流電源盤容量決定根拠

$$P = \frac{1.30}{0.7} \times 20 = 3.8 \text{ kVA} \text{ となる。}$$

整流器出力電流 I ≥ 最大負荷電流 + $\frac{\text{バッテリー容量}}{10}$
 ≥ 10A + 8 = 18A 20A を採用
 整流効率, 力率 = 0.7
 均等充電電圧 = 130V とすると

※1 () の値は, 全負荷容量
 上段の値は, 単相負荷による不平
 衡電流からの補正容量。

表 2

S F F 電 源 負 荷 リ ス ト

S F F 低 圧 配 電 盤 (1) - 2 / 2

負 荷 名 称	数 量	設 備 容 量	使 用 電 源 電 圧, 種 類	力 率 cosθ	起 動 方 式	負 荷 容 量 [kVA]			備 考
						連 統	一 般 系 間 欠	非 常 系 連 統 間 欠	
SFF 水浄化, 燃取C/O	1 式		一般系3相 AC200V			78.40kVA	3208kVA		№ 8, 9 参照
一般系低圧配電盤(8)	"	173kVA (100kVA)	"			150kVA (86.22kVA)			№ 11 "
予備(1)	"	5kVA	"			5kVA			
"(2)	"	"	"			"			
"(3)	"	"	"			"			
"(4)	"	"	"			"			
合計						Ph=457.93kVA γ=20kVA	270.94kVA		

S F F 建 家 主 変 圧 器 容 量 : 7 5 0 k V A

$$P_1 \cong 1.2 \times 0.9 \times \left(457.93 + \frac{270.94}{2} \right) + 20$$

$$640.87 + 20 = 660.87 \text{ kVA}$$

S F F 電源負荷リスト

10t/2t/1tクレーン電動ドラム

№ 3

負荷名称	数量 [台]	設備容量 [kW]	使用電源 電圧, 種類	力率 cosθ	起動方式	負荷容量 [kVA]			備考
						連続	一般系 間欠	非常系 間欠	
1tホイスト巻上	1	2.3	一般系 3φ AC200V	0.8			288		
" 横行	2	0.11	"	"					
2tホイスト巻上	1	3.5	"	"			438		
" 横行	1	0.25	"	"					
" 走行	2	0.4	"	"			1.0		
10tホイスト巻上	1	1.20	"	"			15.0		
" 横行	2	0.4	"	"					
" 走行	2	0.75	"	"			1.88		
電動ドラム	1	0.5	"	1.0			0.5		
合計							256.4kVA		

№ 4

S F F 電源負荷リスト

70tクレーン

負荷名称	数量 [台]	設備容量 [kW]	使用電源 電圧, 種類	力率 cosθ	起動方式	負荷容量 [kVA]			備考
						一般系		非常系 間欠	
						連続	間欠		
主 卷	1	37.0	一般系3φ AC200V	0.8		4625			
横 行	1	6.3	"	"					
走 行	1	17.0	"	"		2125			
補 卷	1	5.5	"	"					
補巻横行	2	0.55	"	"					
照 明	4	0.4	"	"		※1 346 (20)			
ヒ ー タ	1	2.0	"	1.0		※1 346 (20)			
合計						7442kVA (71.50)			

№ 5

S F F 電源負荷リスト

空調 P-B2 盤

負 荷 名 称	数 量 [台]	設 備 容 量 [kW]	使 用 電 源 電 圧, 種 類	力 率 cosθ	起 動 方 式	負 荷 容 量 [kVA]			備 考
						一 般 系		非 常 系	
						連 統	間 欠		
排風機室系排気ファン	2	1.1	一般系3φ AC200V	0.8	Y-△	1.375			EA-3A・3B
コールド排水ポンプ	2	3.7	"	0.8	全電圧	4.63			
計装用電源	1式	2.0	"	1.0	-	2.0			
合計						20.38kVA			

S F F 電源負荷リスト

空調 P-B1 盤 (一般系)

負 荷 名 称	数 量 [台]	設 備 容 量 [kW]	使 用 電 源 電 圧, 種 類	力 率 cosθ	起 動 方 式	負 荷 容 量 [kVA]			備 考
						一 般 系		非 常 系	
						連 続	間 欠		
冷却塔	1	1.1	一般系 3φ AC200V	0.8	全電圧	1.38			CT-1
冷却水ポンプ	2	3.7	"	"	"	4.63			P-1
電磁弁, 計装電源	1式	1.0	"	1.0	-	1.0			
新燃料貯蔵室系排気ファン	2	3.7	"	0.8	全電圧	4.63			EA-2A, 2B
排風機室系 2F 水冷却池 トラックヤード吹放排気ファン	2	3.0	"	0.8	"	3.75			EA-3C, 3D
冷却塔凍結防止 電気ヒータ	1	2.0	"	1.0	"	2.0			
搬出入エリア系 B1F 電源室排気ファン	1	0.75	"	0.8	"	0.94			EA-1D
給水ポンプ	1	0.4	"	"	"	0.5			
真空ポンプ	1	0.4	"	"	"	0.5			
合計						53.08kVA			

S F F 電源負荷リスト

16.7

負荷名称	数量 [台]	設備容量 [kW]	使用電源 電圧, 種類	力率 cosθ	起動方式	負荷容量 [kVA]			備考
						連続	一般系		
							連続	間欠	
排風機室系給気ファン	2	1.5.0	一般系 3φ 200V	0.8	Y-△	1.8.7.5			SA-3A, 3B
搬出入エリア系給気ファン	1	1.1.0	"	"	"	1.3.7.5			SA-1A
管理室系パッケージ コンプレッサー	1	3.0.0	"	"	"	3.7.5			SA-1B
ファン	1	3.7	"	"	全電圧	4.6.3			
新燃料貯蔵室パッケージ コンプレッサー	1	3.0.0	"	"	Y-△	3.7.5			SA-2
ファン	1	3.7	"	"	全電圧	4.6.3			
搬出入エリア系 2F 空調 機械室排気ファン	1	0.7.5	"	"	"	0.9.4			EA-1C
給湯循環ポンプ	1	0.8	"	"	"	1.0			
ロールフィルタ	2	0.2	"	"	"	0.2.5			
計装用電源	1式	2	"	1.0	-	2.0			
水冷却池系給気ファン	2	1.8.5	"	0.8	Y-△	2.3.1.3			SA-4A, 4B
電気温水器 (100V)	1	1.5	"	"	全電圧	1.8.8			
浄化槽 (100V)	1	0.2.5	"	"	"	0.3.1			
合計						146.27kVA			

S F F 電源負荷リスト

S F F 水浄化, 燃取C/C-(1/2)

負 荷 名 称	数 量 [台]	設 備 容 量 [kW]	使 用 電 源 電 圧, 種 類	力 率 cosθ	起 動 方 式	負 荷 容 量 [kVA]			備 考
						一 般 系		連 続	
						連 続	間 欠		
冷却水循環ポンプ	2	18.5	一般系 3φ 200V	0.8	Y-△	23.14			
真空ポンプ	1	2.2	"	"	全電圧		2.75		
仮設水中ポンプ	1	3.7	"	"	"		4.63		
ピットポンプ	1	2.2	"	"	"		2.75		
廃液移送ポンプ	1	3.7	"	"	"	4.63			
薬液移送ポンプ	2	0.2	"	"	"		0.5		
薬品注入ポンプ	1	0.2	"	"	"		0.25		
薬品貯槽攪拌機	1	1.0	"	"	"		1.375		
キャスク乾燥プロワ	1	0.75	"	"	"		0.94		
水面ゴミ取りモータ	1	2.2	"	"	"		2.75		
補機水槽用仮設水中ポンプ	2	3.0	"	"	Y-△	3.75			
補機冷却水循環ポンプ	1	3.7	"	"	全電圧	4.63			
冷却塔プロワ									

S F F 電 源 負 荷 リ ス ト

S F F 水 浄 化 , 燃 取 C / O - (2 / 2)

№ 9

負 荷 名 称	数 量	設 備 容 量	使 用 電 源 電 圧 , 種 類	力 率 cosθ	起 動 方 式	負 荷 容 量 [k V A]				備 考
						一 般 系 連 統	一 般 系 間 欠	非 常 系 連 統	非 常 系 間 欠	
計 装 用 電 源	1 式	2.0 kVA	一 般 系 3 φ 200 V	1.0		2.0				
燃 料 移 送 台 車 操 作 盤	"	1 0.5 kVA	"	"		6.5	3.76			※ 1 0 参 照
合 計						7 8.40 kVA	3 2.08 kVA			

燃料移送台車操作盤										S F F 電源負荷リスト			No 10	
負荷名称	数量 [台]	設備容量 [kW]	使用電源 電圧, 種類	力率 cosθ	起動方式	負荷容量 [kVA]			備考					
						一般系 連続	非連続	非常系 間欠						
燃料移送台車走行 (高速)	2	0.75	一般系 3φ 200V	0.8			1.875							
" (低速)	2	0.1	"	"										
" 横行 (高速)	1	0.75	"	"			0.94							
" (低速)	1	0.1	"	"										
" グリップ上下 (高速)	1	0.75	"	"			0.94							
" (低速)	1	0.1	"	"										
I T V 用照明	1 式	1.0	"	1.0				1.0						
I T V 用電源	"	0.5	"	"				0.5						
計装盤用電源	"	2.0	"	"				2.0						
セル取扱い装置	"	3.0	"	"				3.0						
合計							6.5 kVA	3.76 kVA						

表 11

S F F 電源負荷リスト

一般系低圧配電盤(8)

負荷名称	数量	設備容量 [kW]	使用電源 電圧, 種類	力率 cosθ	起動方式	負荷容量 [kVA]			備考
						連続	間欠	非常系 連続 間欠	
現場保物実験盤	1面	1.0	一般系1φ AC100V	1.0		1.0			
実験盤(1)	1式	10.0	一般系1φ AC200/100V	"		10.0			
"(2)	"	"	"	"		"			
"(3)	"	"	"	"		"			
"(4)	"	"	"	"		"			
一般系照明分電盤	1面	50.5	一般系1φ 200V/100V	"		※1 50.5			
予備(1)		3.0	"	"		3			
"(2)		"	"	"		"			
"(3)		"	"	"		"			
合計						Pn=51.5kVA γ=9kVA	40kVA		

一般系低圧配電盤用変圧器容量: 100kVA

$$P_2 \geq 1.2 \times 0.9 \times \left(5.15 + \frac{40}{2} \right) + 9$$

$$\geq 86.22 \text{ kVA}$$

单相負荷による補正容量 $86.22 \times \sqrt{3} \div 150 \text{ kVA}$

*一般系照明分電盤容量

$$\text{AC200V 負荷 } 3.37 \text{ kVA} + (\text{ヨビ}) 1.5 \text{ kVA} \times 3$$

$$\text{AC100V } " 9.9 \text{ kVA} + (\text{ヨビ}) 0.6 \text{ kVA} \times 4$$

$$P = 3.82 \text{ kVA} + 1.23 \text{ kVA} = 5.05 \text{ kA} \text{ とする。}$$

非常用動力盤										S F F 電源負荷リスト		No. 12		備考
負荷名称	数量	設備容量	使用電源 電圧, 種類	力率 cosθ	起動方式	負荷容量 [kVA]			間欠					
						連	統	非						
						間欠	連続	非常	間欠					
現場保物計装盤	1面	8.0kVA	非常系3φ 200V	1.0			8.0							
P-B2盤	"		"	"			87.5						No. 13 参照	
P-B1盤	"		"	"			6.88						No. 14 "	
P-2盤	"		"	"			2.88						No. 15 "	
予備(1)			"	"			5.0							
" (2)			"	"			5.0							
" (3)			"	"			5.0							
合計														
										Pn=105.26kVA		r=15kVA		

非常用動力用変圧器容量: 150kVA
 $P_4 \geq 1.2 \times 0.9 \times (105.26) + 15$
 $\geq 142.21kVA$

№ 13

S F F 電源負荷リスト

空調 P-B2 盤 (非常系-排気ファン)

負 荷 名 称	数 量 [台]	設 備 容 量 [kW]	使 用 電 源 電 圧, 種 類	力 率 cosθ	起 動 方 式	負 荷 容 量 [kVA]				備 考
						一 般 系		非 常 系		
						連 続	間 欠	連 続	間 欠	
水冷却池室系排気ファン	2	5.5.0	非常系 3φ AC200V	0.8	抵 抗			6 8.7 5		EA-4A, 4B
搬出入エリア系, 管理室 系排気ファン	"	1.5.0	"	"	Y-△			1 8.7 5		EA-1A, 1B
合計								87.50kVA		

S F F 電 源 負 荷 リ ス ト

空 調 P-B1 盤 (非 常 系 - 消 火 栓 ポ ン プ)

負 荷 名 称	数 量 [台]	設 備 容 量 [kW]	使 用 電 源 電 圧 , 種 類	力 率 cos θ	起 動 方 式	負 荷 容 量 [kVA]				備 考
						一 般 系		非 常 系		
						連 続	間 欠	連 続	間 欠	
消 火 栓 ポ ン プ	1	5.5	非 常 系 3 ϕ AC200V	0.8	全 電 圧			6.88		
合 計								6.88kVA		

空調 P-2 盤 (非常系)										S F F 電源負荷リスト			No. 15	
負荷名称	数量 [台]	設備容量 [kW]	使用電源 電圧, 種類	力率 cosθ	起動方式	負荷容量 [kVA]				備考				
						連続	間欠	一般系	非常系					
						連続	間欠	連続	間欠					
EGD復帰	2	0.75	非常系 3φ 200V	0.8	全電圧			1.88		EGD-1, 3				
EGD復帰	#	0.4	#	#	#			1.0		EGD-2, 4				
合計								2.88kVA						

S F F 電源負荷リスト

非常用照明盤

負荷名称	数量 〔式〕	設備容量 〔kVA〕	使用電源 電圧, 種類	力率 cosθ	起動方式	負荷容量〔kVA〕				備考
						連続	一般系 間欠	非 連続	非常系 間欠	
直流電源盤	1	4.5	非常系 1φ 100V	1.0				4.5		
非常灯照明	"	4.0	非常系 1φ 200V	"				4.0		
ハンドアットモニタ	"	0.1	非常系 1φ 100V	"				0.1		
予備(1)		2.0	非常系 1φ 200V/100V	"				2.0		
" (2)		2.0	"	"				2.0		
合計										Pn = 86kVA γ = 40kVA

非常用照明用変圧器容量 20kVA
 $P_3 \geq 1.2 \times 0.9 \times 8.6 + 4.0$
 $\geq 13.29 \text{ kVA}$

直流電源盤 SFF電源負荷リスト No.17									
負荷名称	数量 〔式〕	設備容量 〔kVA〕	使用電源 電圧,種類	力率 cosθ	起動方式	負荷容量〔kVA〕			備考
						連続	一般系 間欠	非常系 間欠	
直流灯	1	1.5	DC100V	1.0				1.5	
予備(1)		0.5	"	"				0.5	
" (2)		0.5	"	"				0.5	
" (3)		0.5	"	"				0.5	
" (4)		0.5	"	"				0.5	
" (5)		1.0	"	"				1.0	
合計								4.5kVA	