

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
機密事項に属しますので  
公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6及び7号炉 審査資料	
資料番号	KK67-002 R01
提出年月日	2021年11月25日

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉  
設置許可基準規則等への適合性について  
(所内常設直流電源設備 (3 系統目))

< 補足説明資料 >

2021年11月  
東京電力ホールディングス株式会社

## 目次

- 38 条 重大事故等対処施設の地盤
  - 38-1 設置許可基準規則に対する適合
  - 38-2 重大事故等対処施設の設備分類及び設置場所
- 39 条 地震による損傷の防止
  - 39-1 設置許可基準規則に対する適合
  - 39-2 設置場所
  - 39-3 設備分類及び設計方針について
  - 39-4 重大事故等対処施設の耐震設計
- 40 条 津波による損傷の防止
  - 40-1 設置許可基準規則に対する適合
- 41 条 火災による損傷の防止
  - 41-1 設置許可基準規則に対する適合
  - 41-2 火災防護の要求事項について
- 43 条 重大事故等対処設備
  - 43-1 設置許可基準規則に対する適合
  - 43-2 基準適合性一覧表
- 45 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備
  - 45-1 設置許可基準規則に対する適合
- 52 条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備
  - 52-1 設置許可基準規則に対する適合
- 53 条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備
  - 53-1 設置許可基準規則に対する適合

54 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備

54-1 設置許可基準規則に対する適合

57 条 電源設備

57-1 設置許可基準規則に対する適合

57-2 特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備（3 系統目）について

57-3 仕様

57-4 系統図

57-5 配置図

57-6 容量設定根拠

57-7 その他資料

58 条 計装設備

58-1 設置許可基準規則に対する適合

下線部：今回ご提出箇所

57 条

電源設備

57-1

設置許可基準規則に対する適合

57-1-1

## 【設置許可基準規則】

(電源設備)

### 第五十七条

- 2 発電用原子炉施設には、第三十三条第二項の規定により設置される非常用電源設備及び前項の規定により設置される電源設備のほか、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するための常設の直流電源設備を設けなければならない。

(解釈)

- 2 第2項に規定する「常設の直流電源設備」とは、以下に掲げる措置又はこれと同等以上の効果を有する措置を行うための設備とする。
- a) 更なる信頼性を向上するため、負荷切り離し（原子炉制御室又は隣接する電気室等において簡易な操作で負荷の切り離しを行う場合を含まない。）を行わずに8時間、その後、必要な負荷以外を切り離して残り16時間の合計24時間にわたり、重大事故等の対応に必要な設備に電気の供給を行うことが可能であるもう1系統の特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備（3系統目）を整備すること。

### 適合のための設計方針

#### 2 について

設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、使用済燃料プール内の燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷

を防止するための常設の直流電源設備として、以下の所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する。

(1) 所内常設直流電源設備（3系統目）による給電

更なる信頼性を向上するため、設計基準事故対処設備の電源が喪失（全交流動力電源喪失）した場合に、重大事故等の対応に必要な設備に直流電力を供給するため、特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備（3系統目）を使用する。

所内常設直流電源設備（3系統目）は、直流 125V 蓄電池（3系統目）、電路、計測制御装置等で構成し、全交流動力電源喪失から 1 時間以内に中央制御室において行う簡易な操作以外での負荷の切り離しを行わず合計 24 時間にわたり、直流 125V 蓄電池（3系統目）から電力を供給できる設計とする。

また、所内常設直流電源設備（3系統目）は、特に高い信頼性を有する直流電源設備とするため、耐震設計においては、直流 125V 蓄電池（3系統目）及びその電路は、基準地震動による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことに加え、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。また、所内常設直流電源設備（3系統目）の直流 125V 蓄電池（3系統目）は、当該設備設置に伴う耐震性、火災防護対策等への影響を考慮した原子炉建屋内に設置する設計とする。

所内常設直流電源設備（3系統目）の直流 125V 蓄電池（3系統目）は、原子炉建屋内に設置することで、コントロール建屋内の蓄電池（非常用）と共通要因によって同時に機能を損なわないよう位置的分散を図る設計

とする。

所内常設直流電源設備（3系統目）は、蓄電池から直流母線までの系統において、独立した電路で系統構成することにより、非常用直流電源設備の蓄電池から直流母線までの系統に対して、独立性を有する設計とする。

これらの位置的分散及び電路の独立性によって、所内常設直流電源設備（3系統目）は非常用直流電源設備に対して独立性を有する設計とする。

57-2

特に高い信頼性を有する  
所内常設直流電源設備（3系統目）  
について

## 1. 直流電源設備について

発電用原子炉施設には、設置許可基準規則第 33 条第 2 項の規定により設置される非常用電源設備及び同規則第 57 条第 1 項の規定により設置される電源設備として、以下の直流電源設備（電路を含む。）を設置している。

- ・ 直流 125V 蓄電池 A
- ・ 直流 125V 蓄電池 A-2
- ・ 直流 125V 蓄電池 B
- ・ 直流 125V 蓄電池 C
- ・ 直流 125V 蓄電池 D
- ・ 直流 125V 充電器 A
- ・ 直流 125V 充電器 A-2
- ・ 直流 125V 充電器 B
- ・ 直流 125V 充電器 C
- ・ 直流 125V 充電器 D
- ・ AM 用直流 125V 蓄電池
- ・ AM 用直流 125V 充電器
- ・ 電源車
- ・ 軽油タンク
- ・ タンクローリ（4kL）

## 2. 所内常設直流電源設備（3 系統目）について

### 2. 1 設置目的

1. で述べた直流電源設備のほか、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格

納容器の破損，使用済燃料プール内の燃料体等の著しい損傷及び運転停止中  
原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するための所内常設直流電源設備（3 系統  
目）として，今回，新たに以下の設備（電路を含む。）を設置する。

- ・ 直流 125V 蓄電池（3 系統目）

また，所内常設直流電源設備（3 系統目）の電源系統図を第 57-4-1 図及び  
第 57-4-2 図に示す。

## 2. 2 設計方針

重大事故等対処設備として設置する所内常設直流電源設備（3 系統目）は，  
重大事故等対処設備としての要求事項に加え，設計基準事故対処設備として  
直流電源設備が考慮すべき事項についても満足することにより特に高い信頼  
性を有する設計とする。

具体的には，重大事故等対処設備としての要求事項を満足した上で，耐震面  
において設計基準事故対処設備における耐震重要度分類 S クラスの施設に適  
用する設計条件を満足する設計を追加する。

各直流電源設備の設計に対する比較を整理し，第 57-2-1 表に示す。

第 57-2-1 表 直流電源設備の設計比較

設置許可 基準規則	設計基準対象施設		重大事故等対処施設		
	第 33 条第 2 項	第 57 条第 1 項 b) 【1 系統目】	第 57 条第 1 項 c) 【2 系統目】	第 57 条第 2 項 【3 系統目】	
対象設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>直流 125V 蓄電池 A, A-2</li> <li>直流 125V 蓄電池 B</li> <li>直流 125V 蓄電池 C</li> <li>直流 125V 蓄電池 D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>直流 125V 蓄電池 A, A-2</li> <li>AM 用直流 125V 蓄電池</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電源車</li> <li>AM 用直流 125V 充電器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>直流 125V 蓄電池 (3 系統目)</li> </ul>	
設備 対 す る 要 求 事 項	多重性又は 多様性	<ul style="list-style-type: none"> <li>A 系, B 系, C 系, D 系の多重化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DB 系統と同時にその機能を損なわ れるおそれがないこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DB 系統, 及び SA1 系統目と同時 にその機能を損なわれるおそれ がないこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DB 系統, SA1 系統目, 及び SA2 系統目 と同時にその機能を損なわれるおそ れがないこと</li> </ul>
	号炉間の 共用	<ul style="list-style-type: none"> <li>共用しない設計</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>
設置 場 所 に 対 す る 要 求 事 項	耐震性	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準地震動による地震力に対して, 重大事故等に対処するために必要な 機能が損なわれるおそれがないこと</li> <li>弾性設計用地震動による地震力また は静的地震力のいずれか大きい方の 地震力に対して, おおむね弾性状態 に留まる範囲で耐えられること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準地震動による地震力に対し て, 重大事故等に対処するために 必要な機能が損なわれるおそれ がないこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準地震動による地震力に対し て, 重大事故等に対処するために 必要な機能が損なわれるおそれ がないこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準地震動による地震力に対して, 重 大事故等に対処するために必要な機 能が損なわれるおそれがないこと</li> <li>弾性設計用地震動による地震力また は静的地震力のいずれか大きい方の 地震力に対して, おおむね弾性状態に 留まる範囲で耐えられること</li> </ul>
	地震	<ul style="list-style-type: none"> <li>適用される地震力に対して安全上支 障がないことが確認された建屋に設 置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震による周辺斜面の崩壊を受 けない場所に適切に保管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適用される地震力に対して安全上支 障がないことが確認された建屋に設 置</li> </ul>
	津波	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波の影響を受けない場所に設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>
	火災	<ul style="list-style-type: none"> <li>火災発生防止, 感知・消火及び影響 軽減対策を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火災発生防止, 感知・消火対策を 実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>
	溢水	<ul style="list-style-type: none"> <li>溢水による影響を考慮した設置高さ (場所) に設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋外に設置 (分散配置)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>溢水による影響を考慮した設置高さ (場所) に設置</li> </ul>
	外部からの 衝撃	<ul style="list-style-type: none"> <li>頑健性を確保した建屋に設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋外に設置 (分散配置)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>頑健性を確保した建屋に設置</li> </ul>
	位置的分散	<ul style="list-style-type: none"> <li>A 系, B 系, C 系, D 系の区画分離</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DB 系統と位置的分散</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DB 系統及び SA 系統 (1 系統目) と位置的分散</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DB 系統, SA 系統 (1 系統目) 及び SA 系統 (2 系統目) と位置的分散</li> </ul>

## 2. 3 特に高い信頼性を有する所内常設直流電源設備（3 系統目）の耐震設計

所内常設直流電源設備（3 系統目）である直流 125V 蓄電池（3 系統目）及び電路（直流 125V 充電器（3 系統目）及び直流母線を含む）は、「特に高い信頼性」を確保した設計とするため、以下の点を考慮した設計とする。

### (1) 基本設計方針

重大事故等対処施設である所内常設直流電源設備（3 系統目）の直流 125V 蓄電池（3 系統目）及び電路（直流 125V 充電器（3 系統目）及び直流母線を含む）については、特に高い信頼性を有する直流電源設備とすることを目的として、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことに加え、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

特に高い信頼性を有した所内常設直流電源設備（3 系統目）の耐震設計範囲を第 57-4-5 図及び第 57-4-6 図に示す。

### (2) 重大事故等時における荷重と地震による荷重の組み合わせ

所内常設直流電源設備（3 系統目）の重大事故等時における荷重と地震による荷重の組み合わせと許容応力状態については、重大事故等対処施設 (SA 施設) の荷重の組み合わせに加えて、設計基準対象施設と同様に弾性設計用地震動  $S_d$  との荷重の組み合わせに対して弾性設計確認を行う。許容応力状態は設計基準対象施設 (DB 施設) の評価と同様に  $\text{III}_A S$  とする。

直流電源設備の荷重の組み合わせと許容応力状態を第 57-2-2 表に示す。

第 57-2-2 表 直流電源設備の荷重の組み合わせと許容応力状態

直流 125V 蓄電池  
(3 系統目)

DB 施設*			SA 施設*			直流 125V 蓄電池 (3 系統目)		
運転状態	地震動		運転状態	地震動		運転状態	地震動	
	Sd	Ss		Sd	Ss		Sd	Ss
I	Ⅲ <sub>A</sub> S	Ⅳ <sub>A</sub> S	I	—	Ⅳ <sub>A</sub> S	I	Ⅲ <sub>A</sub> S	Ⅳ <sub>A</sub> S
II	Ⅲ <sub>A</sub> S	Ⅳ <sub>A</sub> S	II	—	Ⅳ <sub>A</sub> S	II	Ⅲ <sub>A</sub> S	Ⅳ <sub>A</sub> S
III	Ⅲ <sub>A</sub> S	Ⅳ <sub>A</sub> S	III	—	Ⅳ <sub>A</sub> S	III	Ⅲ <sub>A</sub> S	Ⅳ <sub>A</sub> S
IV (L)	—	—	IV (L)	—	—	IV (L)	—	—
IV (S)	—	—	IV (S)	—	—	IV (S)	—	—
			V (LL)	—	V <sub>A</sub> S	V (LL)	—	V <sub>A</sub> S
			V (L)	—	V <sub>A</sub> S	V (L)	—	V <sub>A</sub> S
			V (S)	—	V <sub>A</sub> S	V (S)	—	V <sub>A</sub> S

※ECCS を除く全般施設

### 3. まとめ

所内常設直流電源設備（3 系統目）に対する特に高い信頼性については、主として 2. 3 に記載のとおり、重大事故等対処設備として基準地震動 Ss による地震力に対してその機能を失わない設計とした上で、さらに弾性設計用地震動 Sd による地震力又は静的地震力のいずれか大きいほうの地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐える設計とすることで、基準地震動 Ss に対する設計の信頼性を向上させることにより、特に高い信頼性を確保する。加えて、直流 125V 蓄電池（3 系統目）は、当該設備設置に伴う、耐震性、火災防護対策等への影響を考慮した原子炉建屋に設置する設計とする。

またその他にも、現在主流となる制御弁式鉛蓄電池を採用することによる利点（不具合対応時の供給の優位性等）活用や、位置的分散の考慮、耐震性以外の面でも可能な限り信頼性の確保に取り組んでおり、詳細は後記、57-3 仕様、57-5 配置図、57-6 容量設定根拠の各項目にあわせて説明する。

57-3

仕様

## 1. 仕様について

直流 125V 蓄電池（3 系統目）の仕様を以下に示す。

型式	鉛蓄電池
組数	1
容量	約 3,000Ah
電圧	125V

### <直流電路の電圧降下の設計評価概要について>

直流 125V 蓄電池（3 系統目）は、電路のケーブルによる電圧降下の設計を考慮して 1 組のセル数を 60 セルで設計しており、その場合のケーブルサイズ的设计例について、以下のとおり記載する。

所内常設直流電源設備（3 系統目）においては、通常時は直流 125V 充電器（3 系統目）から直流 125V 蓄電池（3 系統目）の浮動充電のみを行っている。

一方、AM 用直流 125V 蓄電池の想定外の枯渇等により直流 125V 蓄電池（3 系統目）を使用する場合、重大事故等の対応に必要な設備に直流電力の供給を行うことになるが、設備の受電電圧はケーブルによる電圧降下と放電時間の経過による蓄電池端の電圧低下を考慮する必要があることから、蓄電池の最低終止電圧 108V（=1.8V×60 セル）においても給電先の重大事故等の対応に必要な設備の動作が可能となるようなケーブルサイズ選定を行う必要がある。

#### (a) ケーブルサイズ選定における基本式

最小ケーブルサイズは、次式により求める。

$$R \leq \frac{(1000 \times \Delta V_{c1})}{2 \times L \times I} \quad (\Omega / \text{km})$$

$R$  : ケーブルの抵抗値 ( $\Omega / \text{km}$ )

$L$  : ケーブル互長 (m)

$I$  : 負荷電流 (A)

$\Delta V_{C1}$  : ケーブルによる電圧降下 (V)

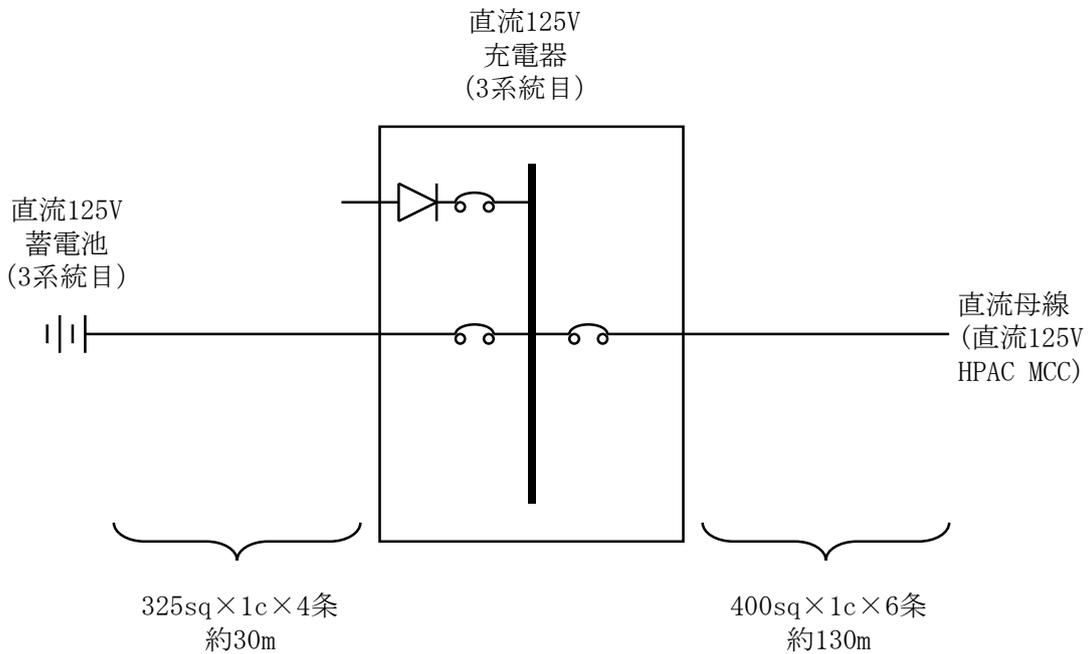
これを展開すると

$$\Delta V_{C1} = \frac{2 \times L \times R \times I}{1000} \quad (\text{V})$$

この式を用いて各部のケーブルによる電圧降下を算出する。

(b) ケーブルサイズの評価例

ここで、第 57-3-1 図のような直流 125V 蓄電池 (3 系統目) の直流系統概要に対し、ケーブルサイズの概略評価を行う。



第 57-3-1 図 直流 125V 蓄電池 (3 系統目) の直流系統概要図

○評価条件

a. 蓄電池端電圧

蓄電池の放電終止電圧を 1.8V としていることから、蓄電池端電圧を  
1.8V×60 セル=108V とする。

b. 負荷の最低許容電圧

直流負荷のうち最も評価が厳しい設備として、計装設備の最低許容電圧  
100V を満足させるように設計する。

c. 負荷電流

全交流電源喪失時に継続的に長期給電する負荷電流は、計装設備等の 49A と  
する。

d. ケーブル長及びケーブルサイズ

- ・ 直流 125V 蓄電池（3 系統目）～直流 125V 充電器（3 系統目）

: 325sq×1c×4 条, 約 30m

- ・ 直流 125V 充電器（3 系統目）～直流母線（直流 125V HPAC MCC）

: 400sq×1c×6 条, 約 130m

○評価結果

評価条件から求められる電圧降下は、以下のとおり約 0.4V となる。

$$\Delta V_1 = \frac{2 \times 30 \times 0.0724 \times 49 \div 2}{1000} + \frac{2 \times 130 \times 0.0589 \times 49 \div 3}{1000} = 0.36 \cong 0.4 \quad (\text{V})$$

上記結果より、負荷の最低許容電圧とケーブルによる電圧降下分を考慮し

ても余裕のある設計としている。

$$\begin{aligned} & (\text{蓄電池端電圧 } 108.0 \text{ (V)} > \text{負荷の最低許容電圧 } 100 \text{ (V)} + \text{電圧降下 } 0.4 \text{ (V)}) \\ & = 100.4 \text{ (V)} \end{aligned}$$

## 2. 制御弁式鉛蓄電池の採用について

電池種別は、現在製品化されている一般的な蓄電池方式から検討し、使用用途と信頼性の観点から、鉛蓄電池を採用する。((参考1) 一般的に製品化されている蓄電池種別表, 参照)

また、直流 125V 蓄電池 (3 系統目) は、以下の性質を踏まえ制御弁式鉛蓄電池を採用する。

○1 組での大容量実装が可能。

制御弁式鉛蓄電池 1 組のラインナップ上の最大容量は約 3000Ah であり、検証されているベント形鉛蓄電池の 1 組のラインナップ上の最大容量 (約 2400Ah) 以上となっている。1 系統あたりの部品構成数が少なくなる事は全体の故障発生を小さくする優位性があることに加え、設置スペースの縮小が可能となる。

○エネルギー保持性能が高い。

ベント形より自己放電率が低く (充電していない状態で容量が減少しにくい)、充電電圧のばらつきが小さいため、定期的な均等充電が不要となることから、エネルギー保持特性が高い。

○水素放出量が小さい。

過充電時の水素放出量はベント形に比べて少ない。(必要換気量も約 2 割小さくする事が可能)

○不具合対応時の優位性。

鉛蓄電池としての生産流通が主流となっており、故障時等の入れ替え

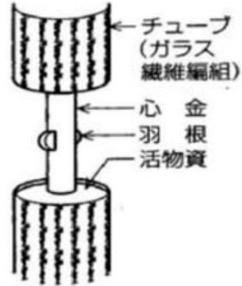
時の早期手配や供給量についてベント形より余裕がある。

((参考2) ベント形と制御弁式の鉛蓄電池の比較表, 参照)

(参考1) 一般に製品化されている蓄電池種別表

項目	鉛蓄電池	ニッケルカドミウム電池	ニッケル水素電池	リチウムイオン電池 (マンガン系)
公称電圧	約 2.0V	約 1.2V	約 1.2V	約 3.7V
容量帯	50～3000Ah	20～1200Ah	50～200Ah	30～80Ah
電解液	希硫酸	苛性カリ水溶液	アルカリ水溶液	有機電解液
エネルギー密度	低い	やや低い	やや高い	高い
大電流放電時の影響	大きい	少ない	少ない	少ない
充電方式	定電流・定電圧	定電流	定電流	定電流・定電圧
浮動充電	適している	適している	適している	不向き
監視装置	不要	不要	不要	必要
メモリー効果	ない	ある	ある	ない
納期 (一般品)	約 3～6 ヶ月	約 6 ヶ月	約 6 ヶ月	約 6 ヶ月
体積比	1	1/2	1/3	1/3
放電特性	低率放電用	高率放電用	高率放電用	高率放電用
市場実績 (産業用)	主流 ○	一部ユーザー ×	少ない ×	特殊分野が多い △
採否の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最も信頼性が高い。</li> <li>・大容量型式が有る。</li> <li>・共同研究にて加振済。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・端子電圧が低い。</li> <li>・大容量が無い。</li> <li>・耐震実績が無い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・端子電圧が低い。</li> <li>・必要容量が無い。</li> <li>・耐震実績が無い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火災時の消火が困難。</li> </ul>

(参考2) ベント形と制御弁式の鉛蓄電池の比較表 (1/4)

項目	制御弁式鉛蓄電池 (MSE 形)	ベント形鉛蓄電池 (CS 形)	比較評価
構造	内部構造図	 	<p>各部品は主流となっている制御弁式鉛蓄電池の構成品の方が, 相対的に納期面等で手配しやすい傾向にある。</p>

(参考2) ベント形と制御弁式の鉛蓄電池の比較表 (2/4)

項目		制御弁式鉛蓄電池 (MSE 形)	ベント形鉛蓄電池 (CS 形)	比較評価
構造	セパレータ	微細ガラス繊維を不織布とした微孔性シート(リテーナマット)	強化繊維板 微孔性ゴム板 微孔性合成樹脂板	
	電解液	リテーナマットに希硫酸を含浸させるなどの手段で電解液を非流動化。	希硫酸 比重：1.215 (20℃)	制御弁式鉛蓄電池は、流動する電解液がないため、横転状態で設置することも可能。
	電槽	材料：ABS 樹脂 (アクリロニトリル, ブタジェン, スチレンからなる耐衝撃性に優れた合成樹脂。) 色：黒 材料の特性： 通常は不透明。AS 樹脂にブタジェンを重合しているためあらゆる面で AS 樹脂よりも優れた特徴を持つほかに、広い範囲にわたる優れた耐衝撃性や耐油性等を持つため、液面監視を必要としない制御弁式鉛蓄電池の電槽に最適である。	材料：AS 樹脂 (アクリロニトリルとスチレンによる合成樹脂。) 色：透明 材料の特性： 機械的強度がよく、耐酸性、耐熱性に優れるほか、透明度も非常に高いため液面監視の必要なベント形の電槽に最適である。	制御弁式鉛蓄電池は、液面監視を必要としないため、透明な AS 樹脂より性能の良い ABS 樹脂を使用。

(参考2) ベント形と制御弁式の鉛蓄電池の比較表 (3/4)

項目	制御弁式鉛蓄電池 (MSE 形)	ベント形鉛蓄電池 (CS 形)	比較評価
極板	振動, 衝撃に強い。	同左	
自己放電	0.1%/日以下 自己放電率が小さく, 充電電圧のばらつきが小さいため, 定期的な均等充電が不要。	0.5%/日以下 自己放電を補うため, 定期的に均等充電を実施することで, 充電電圧のばらつきをなくし, 充電状態の均一化を図る。	制御弁式鉛蓄電池は, 定期的な均等充電が不要。
貯蔵性	通常時, 浮動充電状態で使用。	通常時, 浮動充電状態で使用。 また, 自己放電を補うため, 定期的に均等充電を実施。	
浮動充電電圧	2.23V/セル	2.15V/セル	
均等充電電圧	不要	2.3V/セル	
比重測定	充放電により電解液量が減少することがなく, 水の補充も必要ないため, 比重測定は不要。	充放電で電解液の比重が変化する蓄電池の性能に影響があるため, 3ヶ月毎に比重測定を実施。	構造の違い。 制御弁式鉛蓄電池は, 電圧測定等で健全性の確認が可能。
設置	床面に耐酸性処理を施す必要がない。	床面に耐酸性処理を施す必要がある。	
期待寿命	7~9年	10~14年	余寿命評価を行い, 取替を行うため同等。
使用温度範囲	-15°C~+45°C	同左	
起電力	2.05~2.08V	同左	

一般特徴

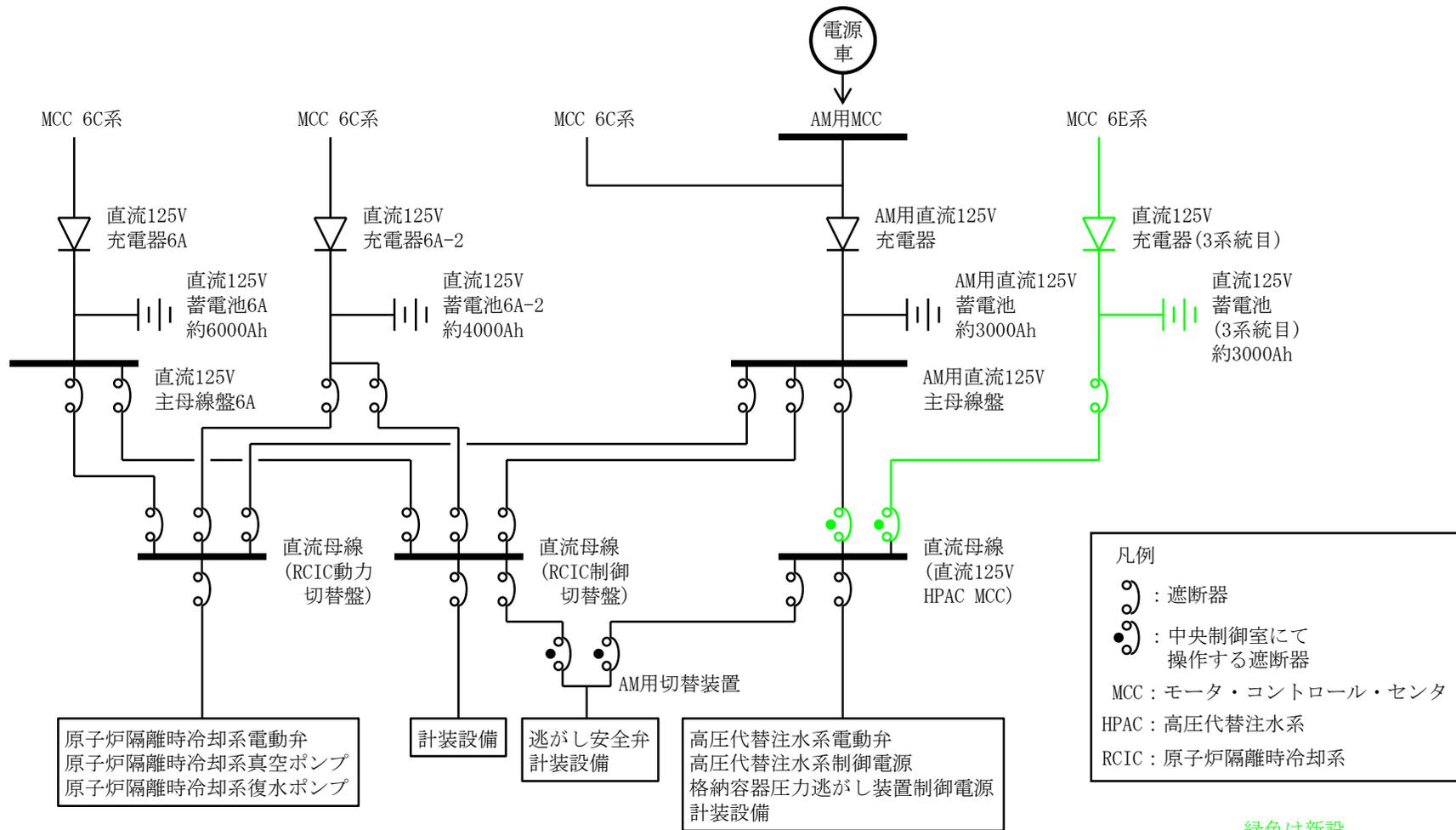
(参考2) ベント形と制御弁式の鉛蓄電池の比較表 (4/4)

項目		制御弁式鉛蓄電池 (MSE 形)	ベント形鉛蓄電池 (CS 形)	比較評価
システム設計	システムサイズ	セル単位での保水管理, 比重測定は不要なため, 多段積/省スペース化が可能。	セル単位での保水管理, 比重測定のためセル上部にアクセスできる必要があり, 1 段での配置, 雛段形状での配置が必要となる。	制御弁式鉛蓄電池は, 設置箇所の省スペース化が可能。
	水素発生	負極板の一部を放電状態にして負極板からの水素ガスの発生を抑え, 見掛け上, 水の電気分解が行われていないように構成したもの。 規格 (SBA 規格) で要求される水素換気量は CS 形の約 80% である。	負極側より水素が発生する。 規格 (SBA 規格) で要求される水素換気量は MSE 形より約 20% 大きい。	制御弁式鉛蓄電池は, 水素ガスがほとんど発生しない。
	電圧補償装置	均等充電が不要なため, 電圧補償 (降下) 装置は不要となりシステムは簡素にできる。	均等充電時の電圧で負荷が過電圧とならないように一般的には電圧補償 (降下) 装置が必要となる。	
	空調管理	蓄電池室に空調設備を設置。	同左	

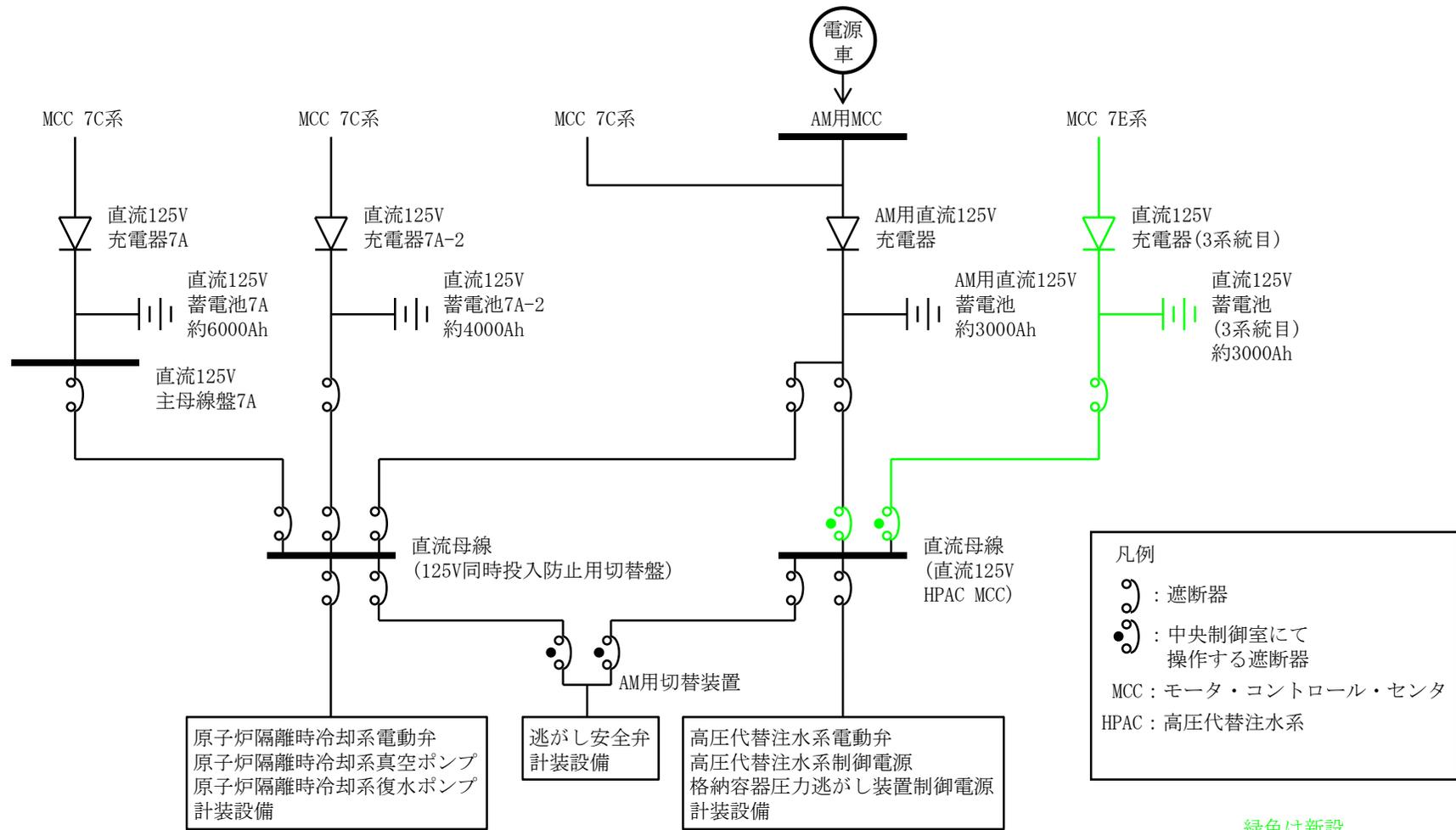
57-4

系統図

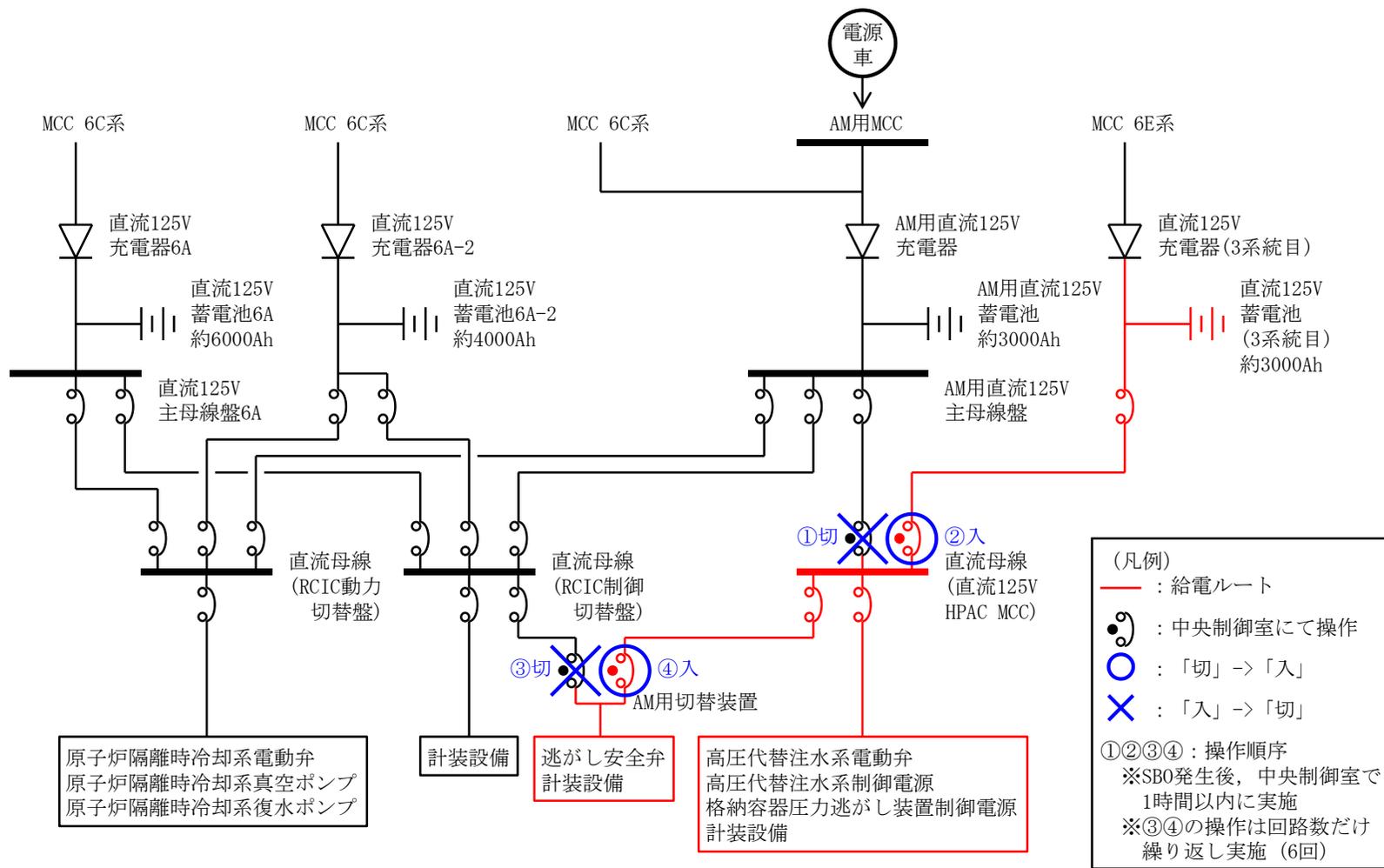
57-4-1



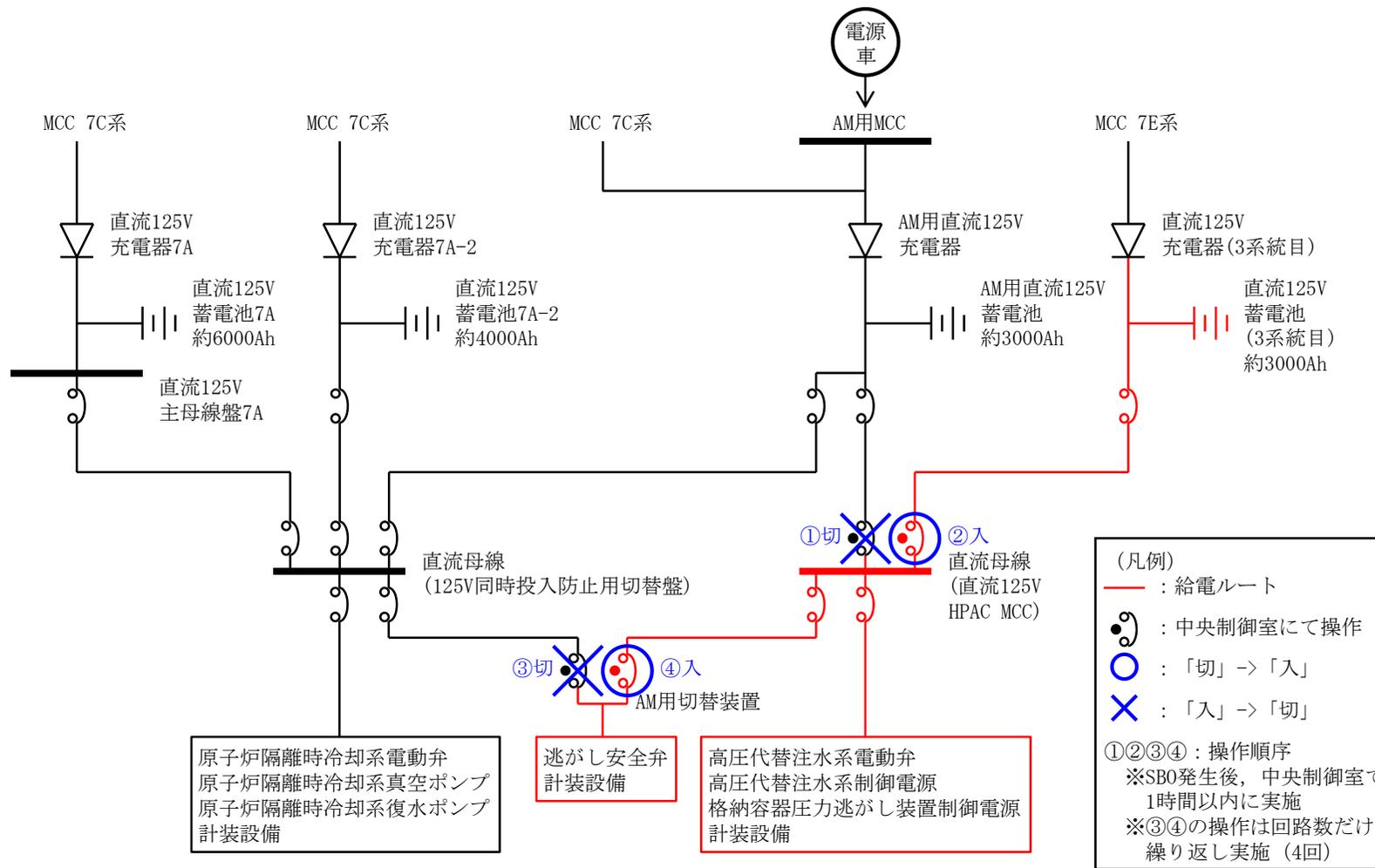
第 57-4-1 図 所内常設直流電源設備 (3 系統目) 電源系統図 (6 号炉)



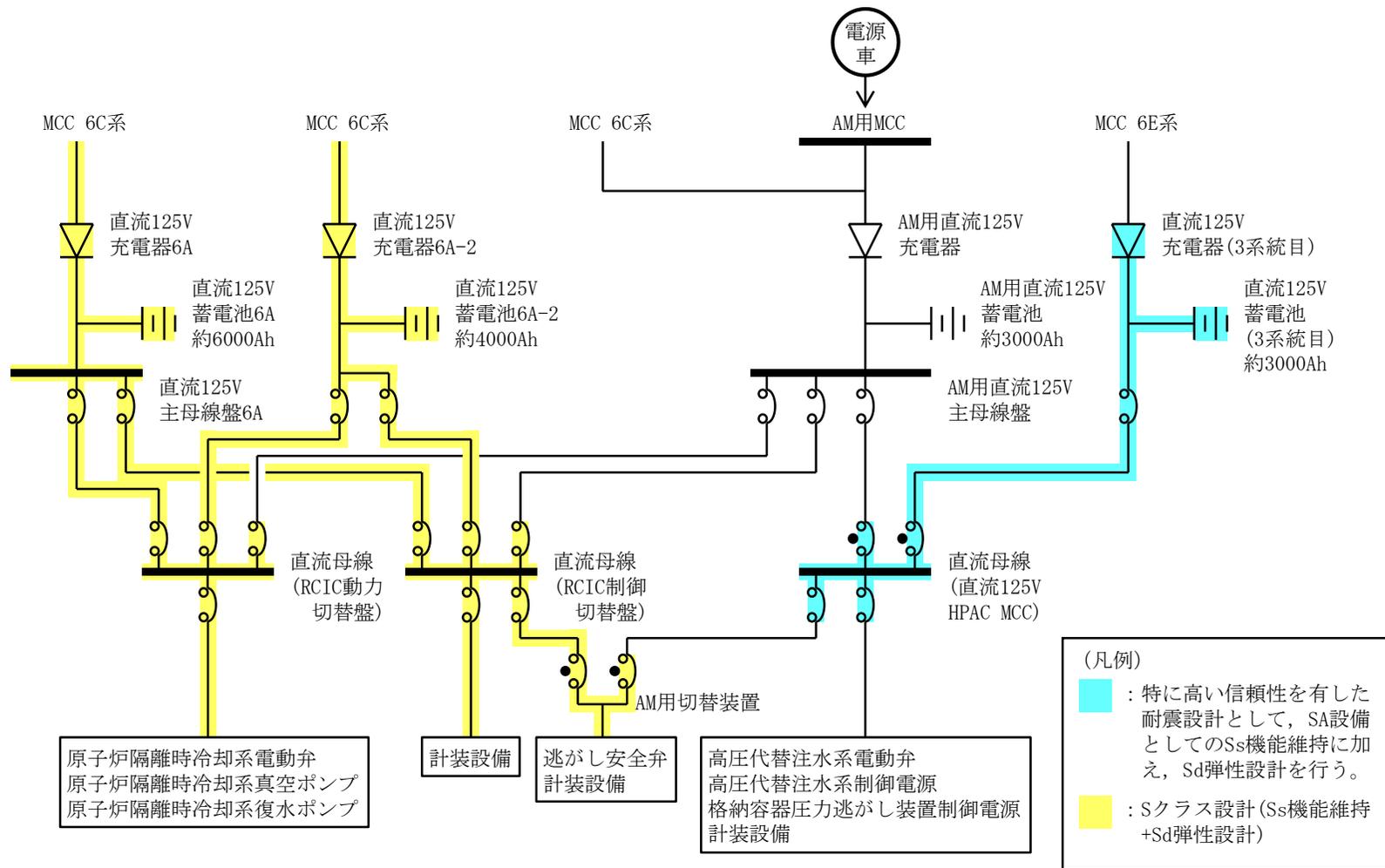
第 57-4-2 図 所内常設直流電源設備 (3 系統目) 電源系統図 (7 号炉)



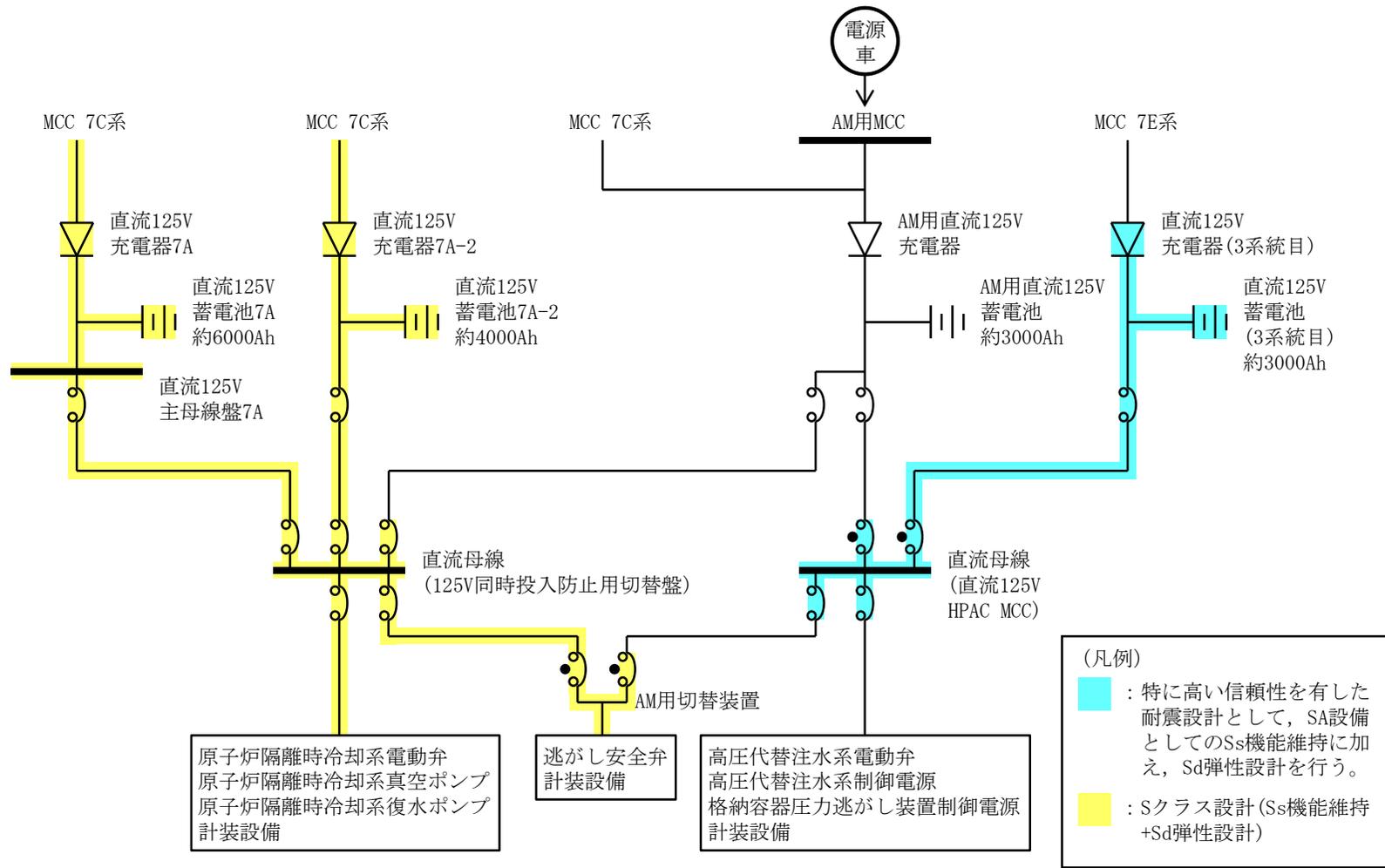
第 57-4-3 図 所内常設直流電源設備 (3 系統目) から給電される系統 (6 号炉)



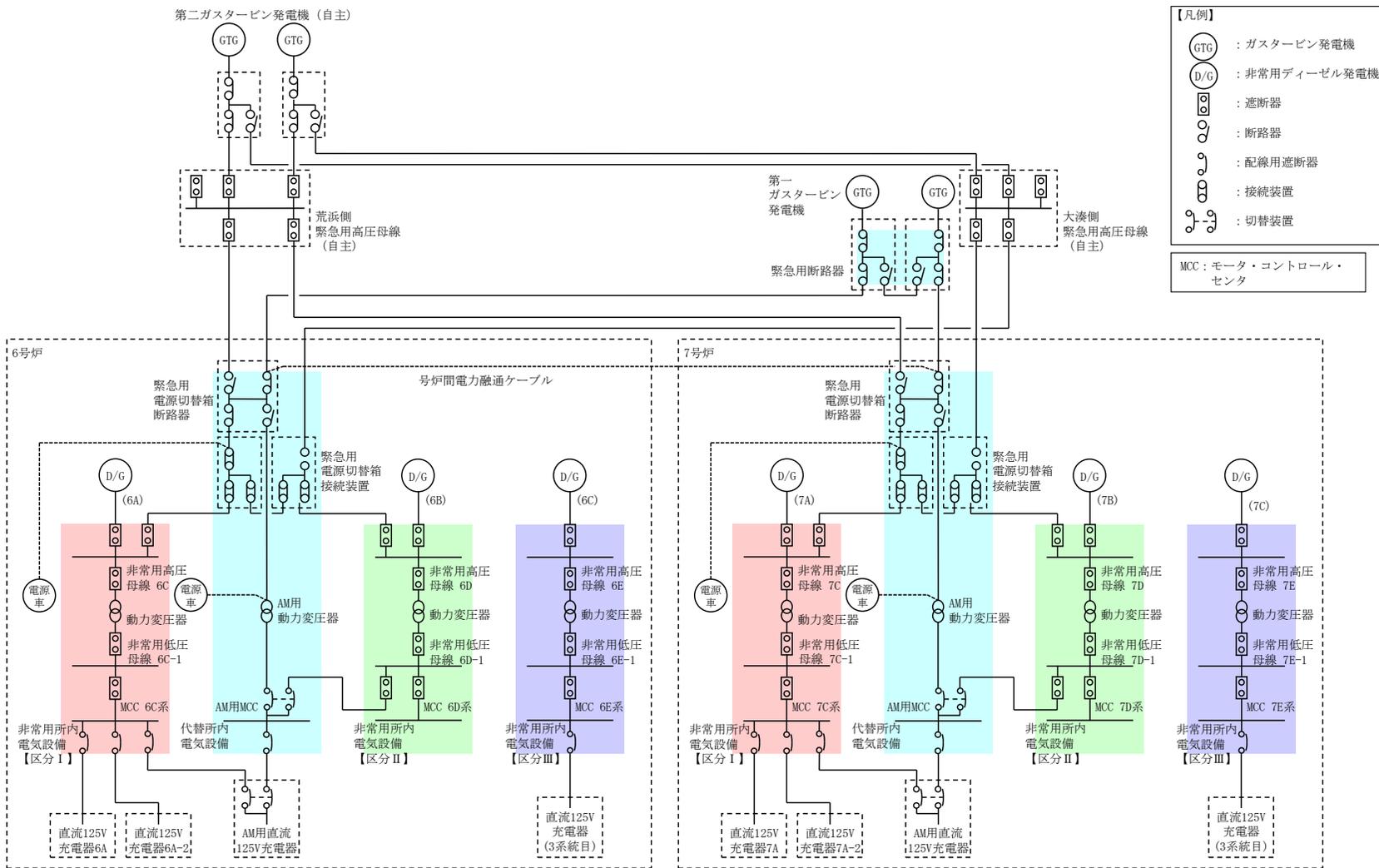
第 57-4-4 図 所内常設直流電源設備 (3 系統目) から給電される系統 (7 号炉)



第 57-4-5 図 特に高い信頼性を有した電源設備の耐震設計範囲 (6号炉)



第 57-4-6 図 特に高い信頼性を有した電源設備の耐震設計範囲 (7号炉)



第 57-4-7 図 直流電源設備の受電元系統図

57-5

配置図

57-5-1

## 1. 設置場所

所内常設直流電源設備（3 系統目）の直流 125V 蓄電池（3 系統目）は、地震、津波、溢水、火災及び外部からの衝撃を考慮した場所に設置する設計とする。具体的には、以下の考慮事項を踏まえ、原子炉建屋に設置する設計とする。

直流 125V 蓄電池（3 系統目）の配置図を第 57-5-1 図及び第 57-5-8 図に示す。

### 1. 1 設置建屋に対する考慮事項

地震については、適用される地震力に対して安全上支障がないことが確認された原子炉建屋内に設置する。

津波については、所内常設直流電源設備（3 系統目）を内包する原子炉建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。

敷地に遡上する津波については、所内常設直流電源設備（3 系統目）を内包する原子炉建屋及び区画へ敷地に遡上する津波を流入させない設計とする。

この他、所内常設直流電源設備（3 系統目）を内包する原子炉建屋については、浸水対策を行うことにより津波による影響等から隔離する。そのため、浸水防護重点化範囲を明確化するとともに、津波（敷地に遡上する津波を含む。）による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部及び貫通口等）を特定し、それらに対して必要に応じ浸水対策を施す設計とする。

火災については、火災の発生防止及び感知・消火対策を施した原子炉建屋に設置する。

溢水については、溢水水位を考慮し、影響を配慮した場所に設置する。また、

没水、被水等の対策を講じた場所に設置する。

外部からの衝撃については、設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないように、設計基準事故対処設備を設置若しくは保管する場所と位置的分散が図られた場所に設置する。

## 1. 2 フロアレベルに対する考慮事項

津波については、地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止する設計とする。

火災については、火災の発生防止及び感知・消火対策を施した建屋に設置する場合、フロアレベルによらずいずれの場所においても同等の設計が可能である。

地震及び溢水については、設置したフロアレベル毎に評価を実施し、その評価結果を満足する設計とする。この際、地震についてはこれまでの解析において下層階に設置する場合、地震動に対する床応答が低減傾向となるため、下層階へ設置する方が設計上有利な面がある。一方、溢水については、下層階へ設置する場合、上層階からの溢水の流れ込み等の考慮が必要であるが、直流 125V 蓄電池（3 系統目）を設置するフロアについては、他の蓄電池を設置するフロアと同時に溢水が流入しない設計とするため考慮不要である。

## 2. 位置的分散

所内常設直流電源設備（3 系統目）の直流 125V 蓄電池（3 系統目）の設置場所は、設計基準事故対処設備である非常用ディーゼル発電機並びに直流 125V 蓄電池 A、A-2、B、C 及び D と異なる区画（建屋）に設置することで、位置的分散を図る設計とする。また、重大事故等対処設備である AM 用直流 125V 蓄

電池と異なる区画に設置することで、位置的分散を図る設計とする。更に、可搬型直流電源設備である電源車及び AM 用直流 125V 充電器と位置的分散を図る設計とする。これらの設置場所の一覧を第 57-5-1 表に示す。

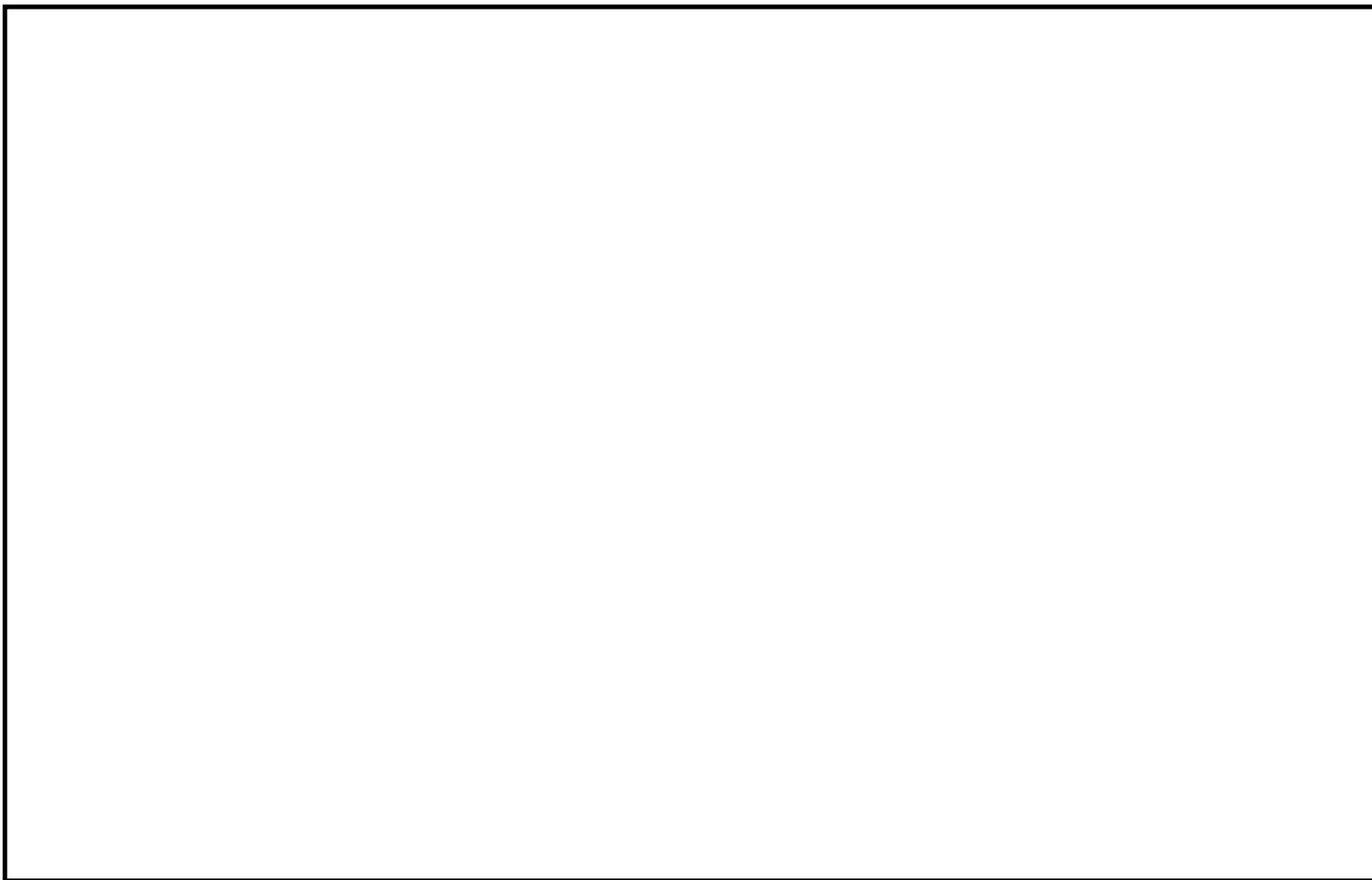
6 号炉の直流 125V 蓄電池 (3 系統目) の配置図を第 57-5-1 図に示す。また、非常用ディーゼル発電機の配置図を第 57-5-2 図に、直流 125V 蓄電池 A, A-2, B, C 及び D の配置図を第 57-5-3 図～第 57-5-4 図、AM 用直流 125V 蓄電池、電源車及び AM 用直流 125V 充電器を第 57-5-5 図～第 57-5-7 図示す。

7 号炉の直流 125V 蓄電池 (3 系統目) の配置図を第 57-5-8 図に示す。また、非常用ディーゼル発電機の配置図を第 57-5-9 図に、直流 125V 蓄電池 A, A-2, B, C 及び D の配置図を第 57-5-10 図～第 57-5-11 図、AM 用直流 125V 蓄電池、電源車及び AM 用直流 125V 充電器を第 57-5-12 図～第 57-5-14 図示す。

第 57-5-1 表 直流電源設備の設置場所

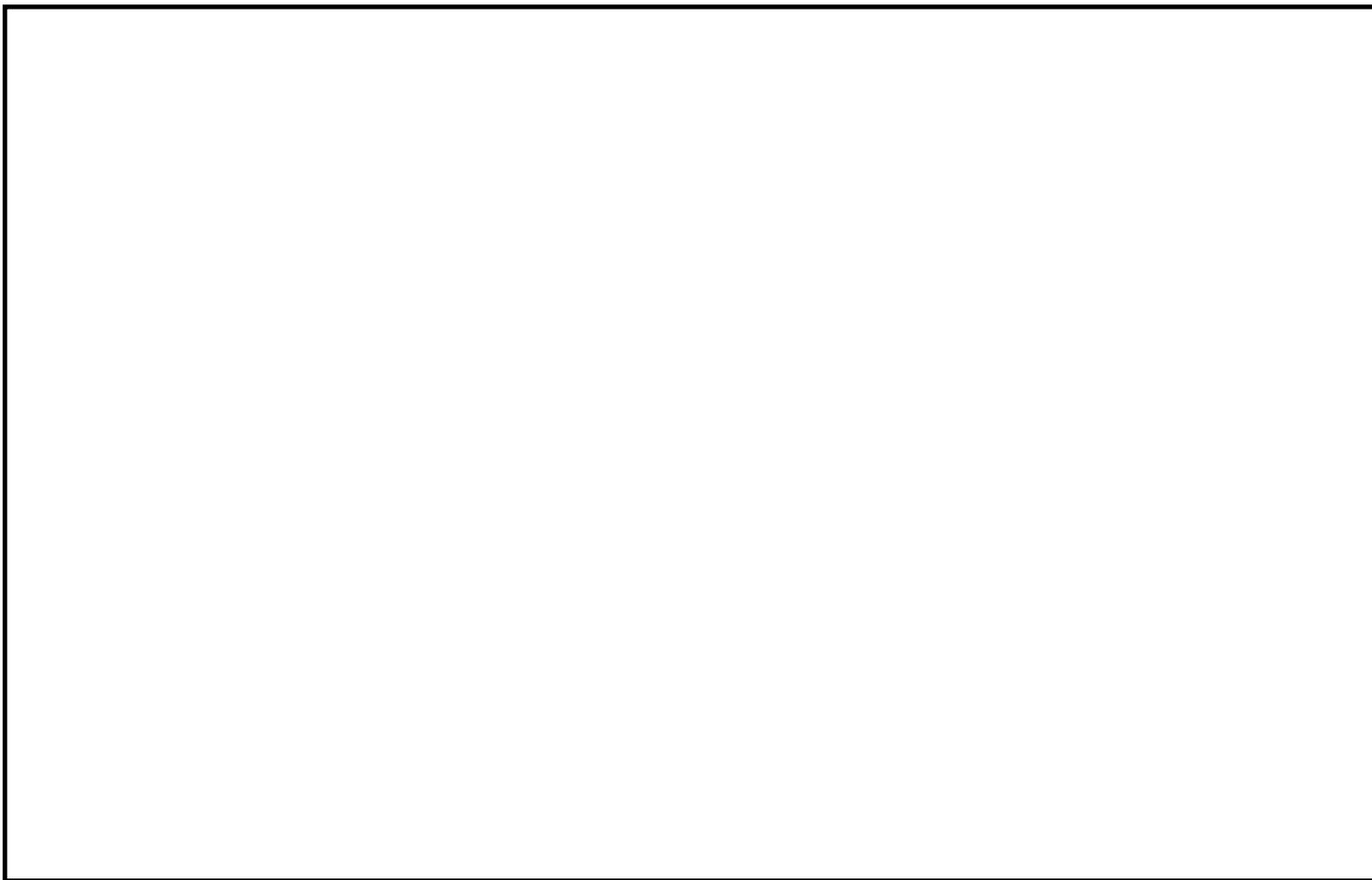
設備名称	設置場所	設置高さ
直流 125V 蓄電池 A	コントロール建屋	6 号炉 T. M. S. L. 100mm 7 号炉 T. M. S. L. 200mm
直流 125V 蓄電池 A-2	コントロール建屋	T. M. S. L. 6500mm
直流 125V 蓄電池 B	コントロール建屋	T. M. S. L. 6500mm
直流 125V 蓄電池 C	コントロール建屋	T. M. S. L. 6500mm
直流 125V 蓄電池 D	コントロール建屋	T. M. S. L. 6500mm
AM 用直流 125V 蓄電池	原子炉建屋	T. M. S. L. 31700mm
直流 125V 蓄電池 (3 系統目)	原子炉建屋	6 号炉 T. M. S. L. 23500mm 7 号炉 T. M. S. L. 18100mm
可搬型直流電源設備 (電源車)	荒浜側高台保管場所 大湊側高台保管場所	T. M. S. L. 37000mm T. M. S. L. 35000mm
非常用ディーゼル発電機 A, B, C	原子炉建屋	T. M. S. L. 12300mm

57-5-6



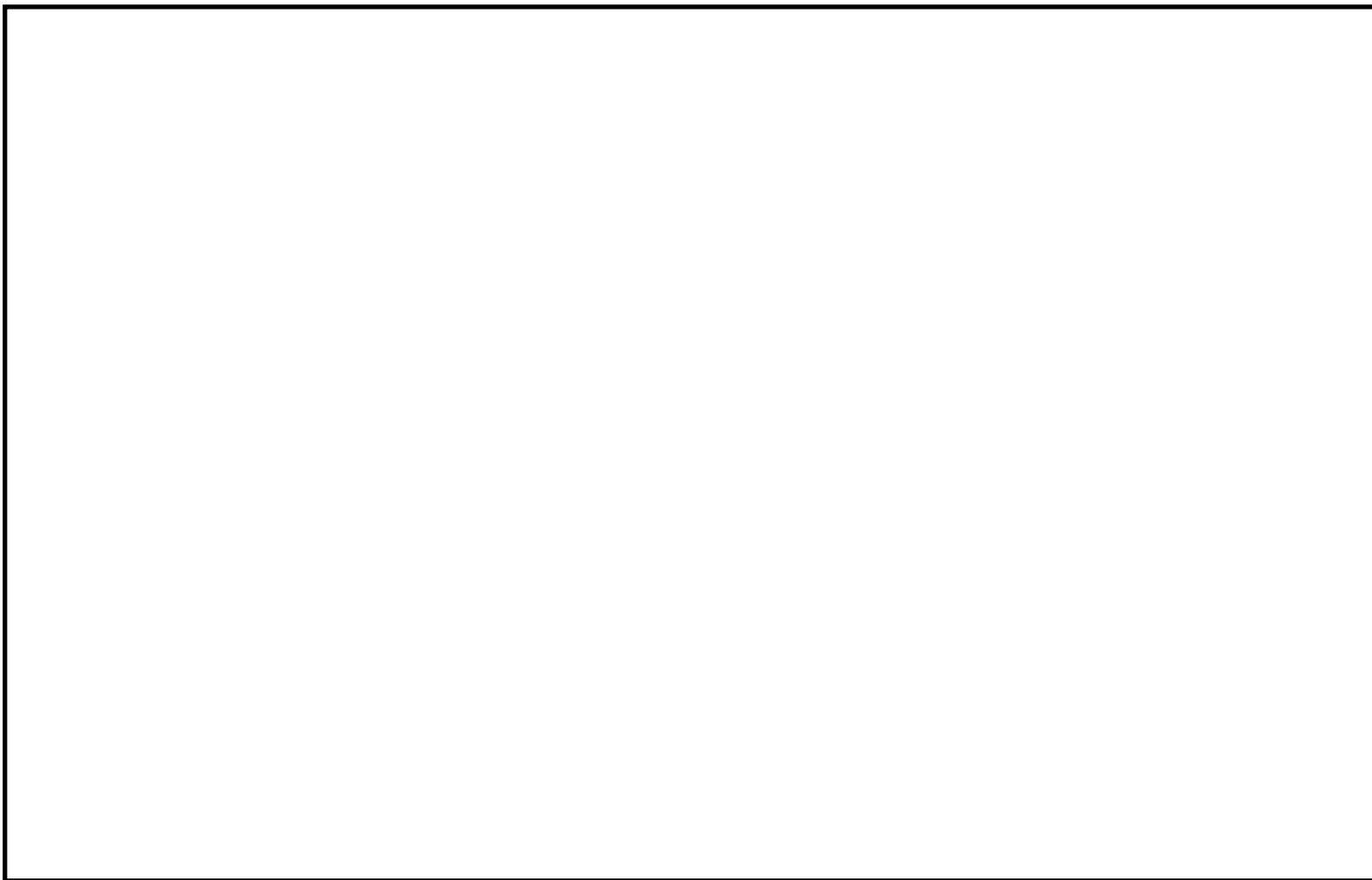
第 57-5-1 図 6 号炉直流 125V 蓄電池 (3 系統目) 設置場所 (原子炉建屋 3 階)

57-5-7



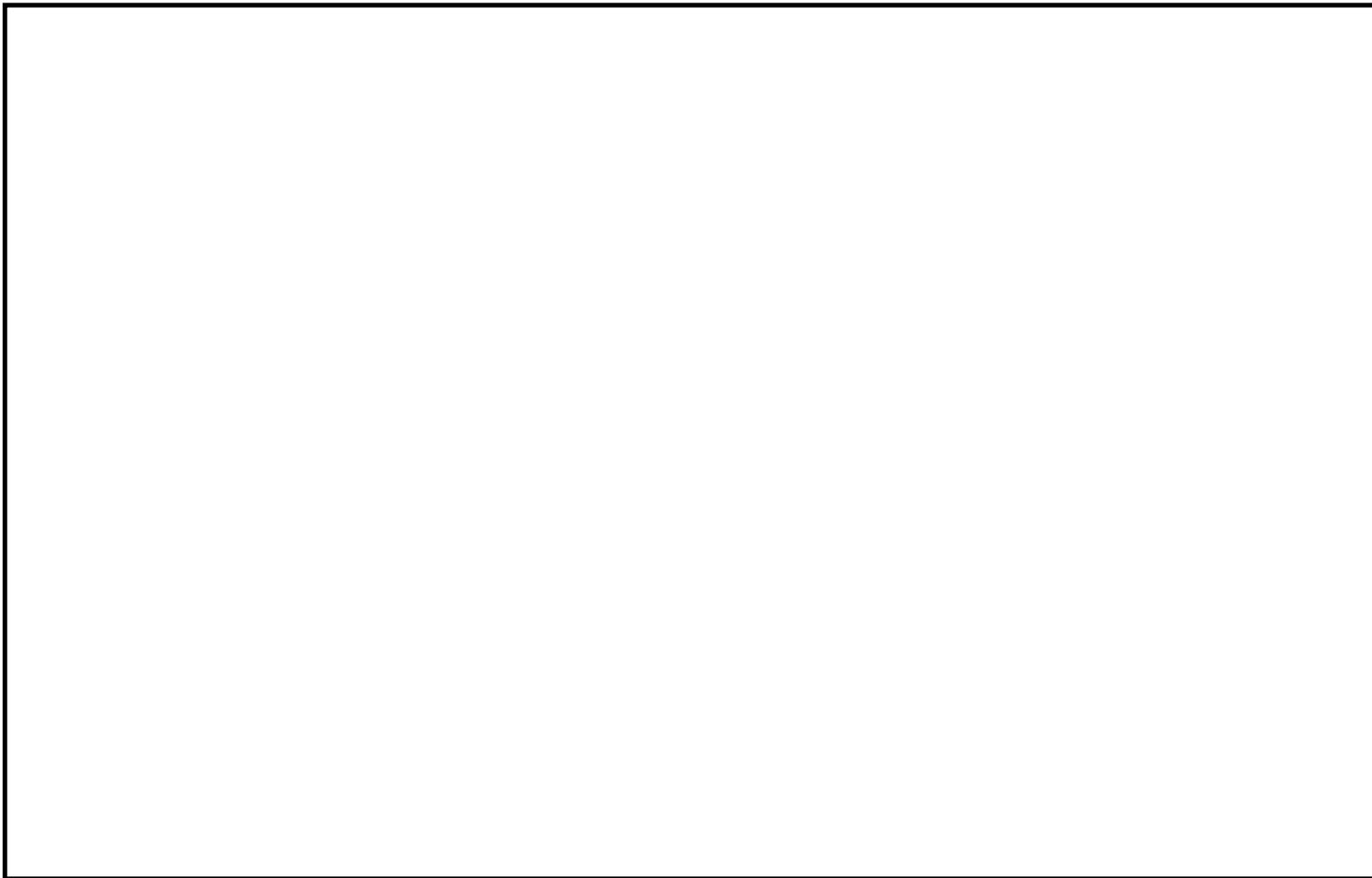
第 57-5-2 図 6 号炉非常用ディーゼル発電機設置場所（原子炉建屋 1 階）

57-5-8



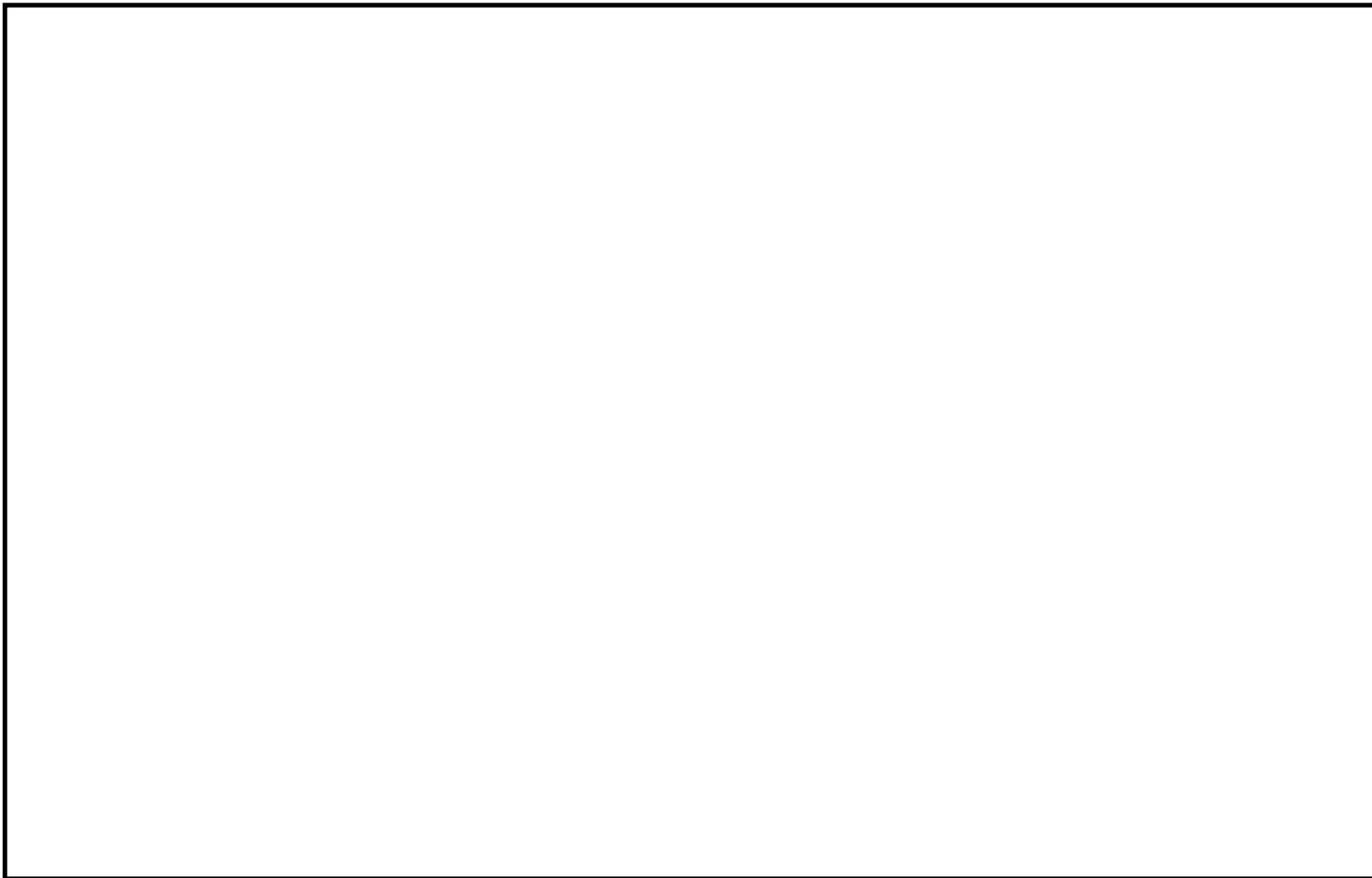
第 57-5-3 図 6 号炉直流 125V 蓄電池 A 設置場所 (コントロール建屋地下 2 階)

57-5-9



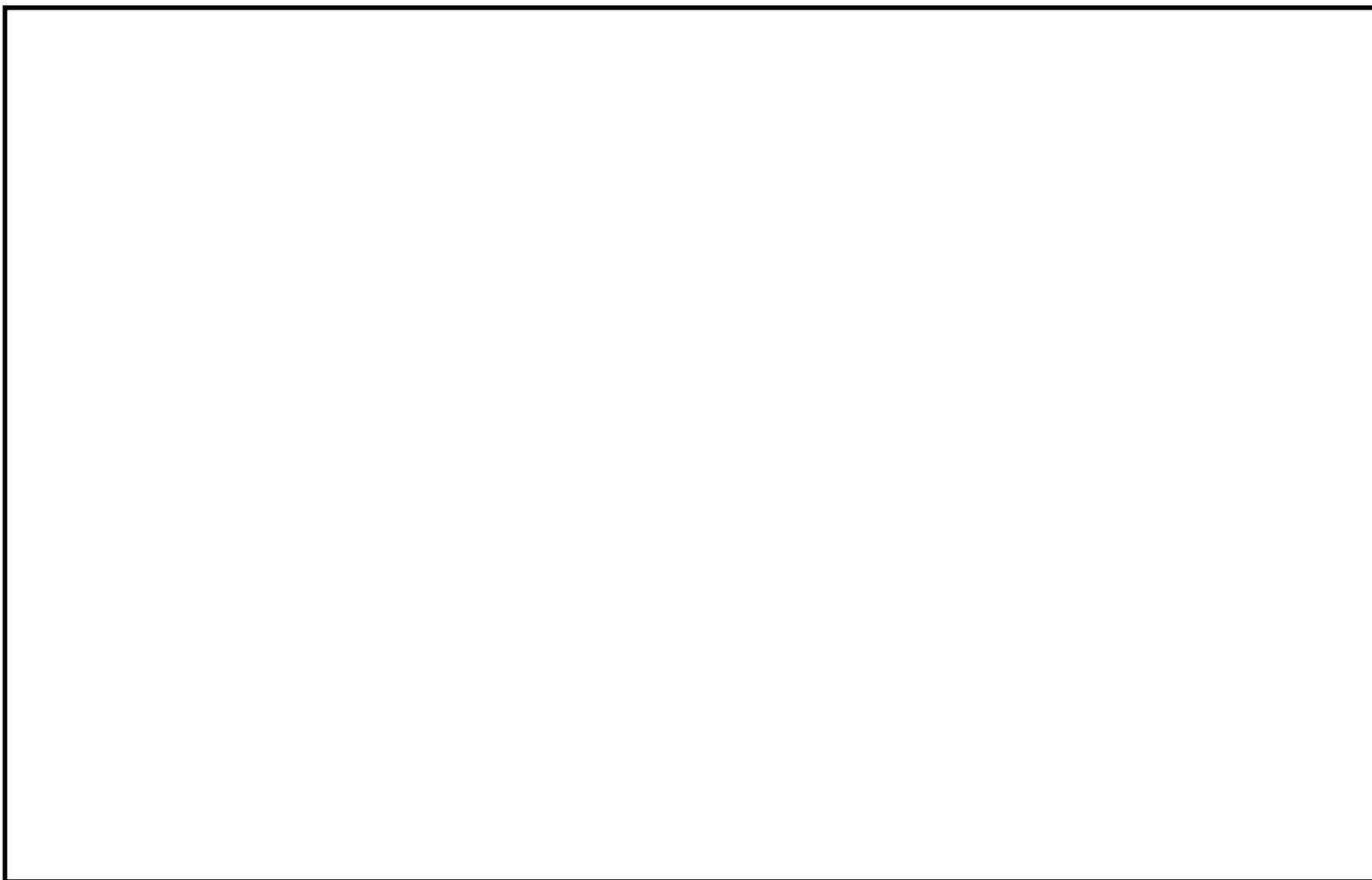
第 57-5-4 図 6 号炉直流 125V 蓄電池 A-2, B, C 及び D 設置場所 (コントロール建屋地下 1 階)

57-5-10



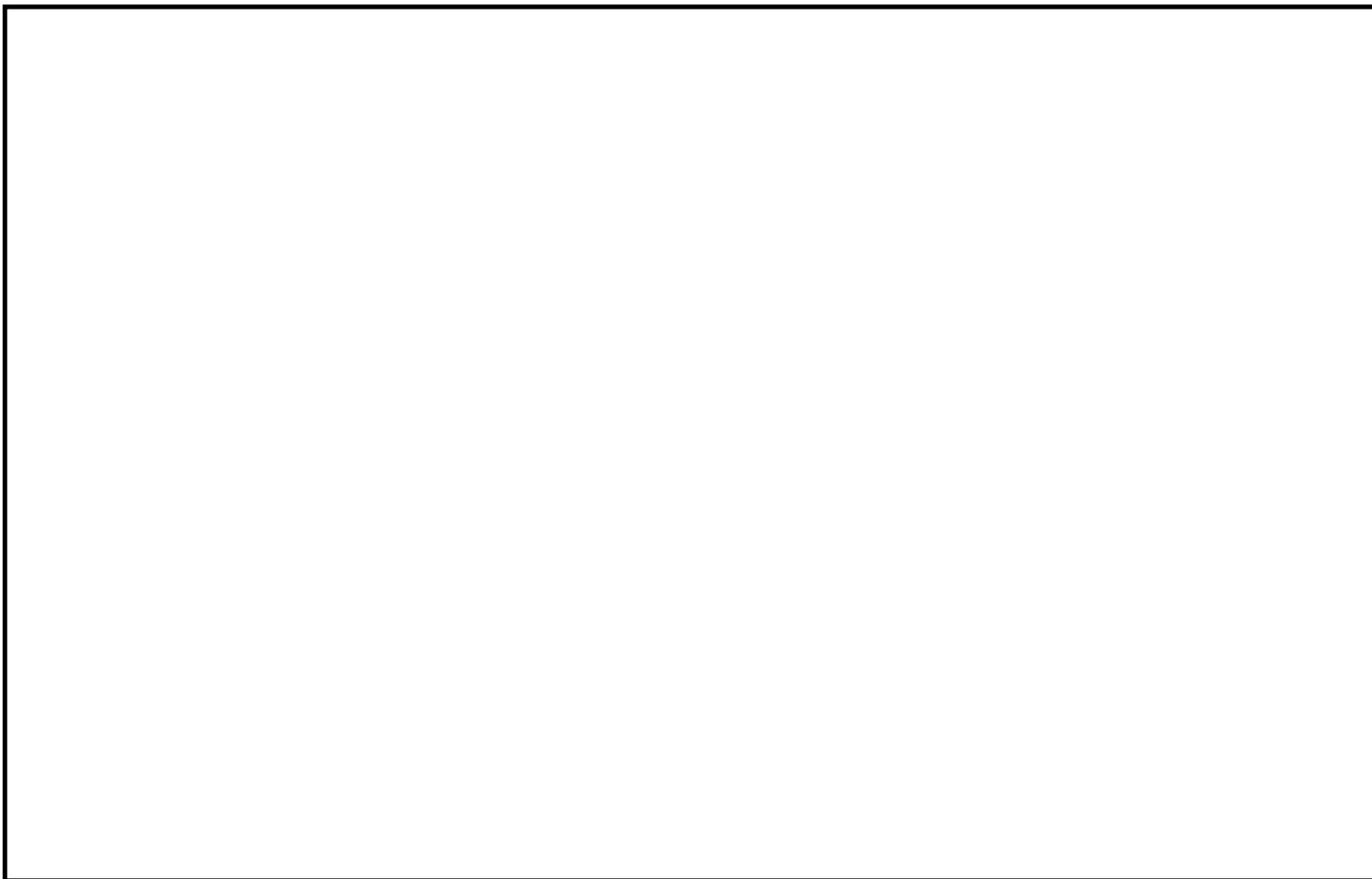
第 57-5-5 図 6 号炉 AM 用直流 125V 蓄電池及び充電器, 6 号炉直流 125V 充電器 (3 系統目) 設置場所 (原子炉建屋 4 階)

57-5-11



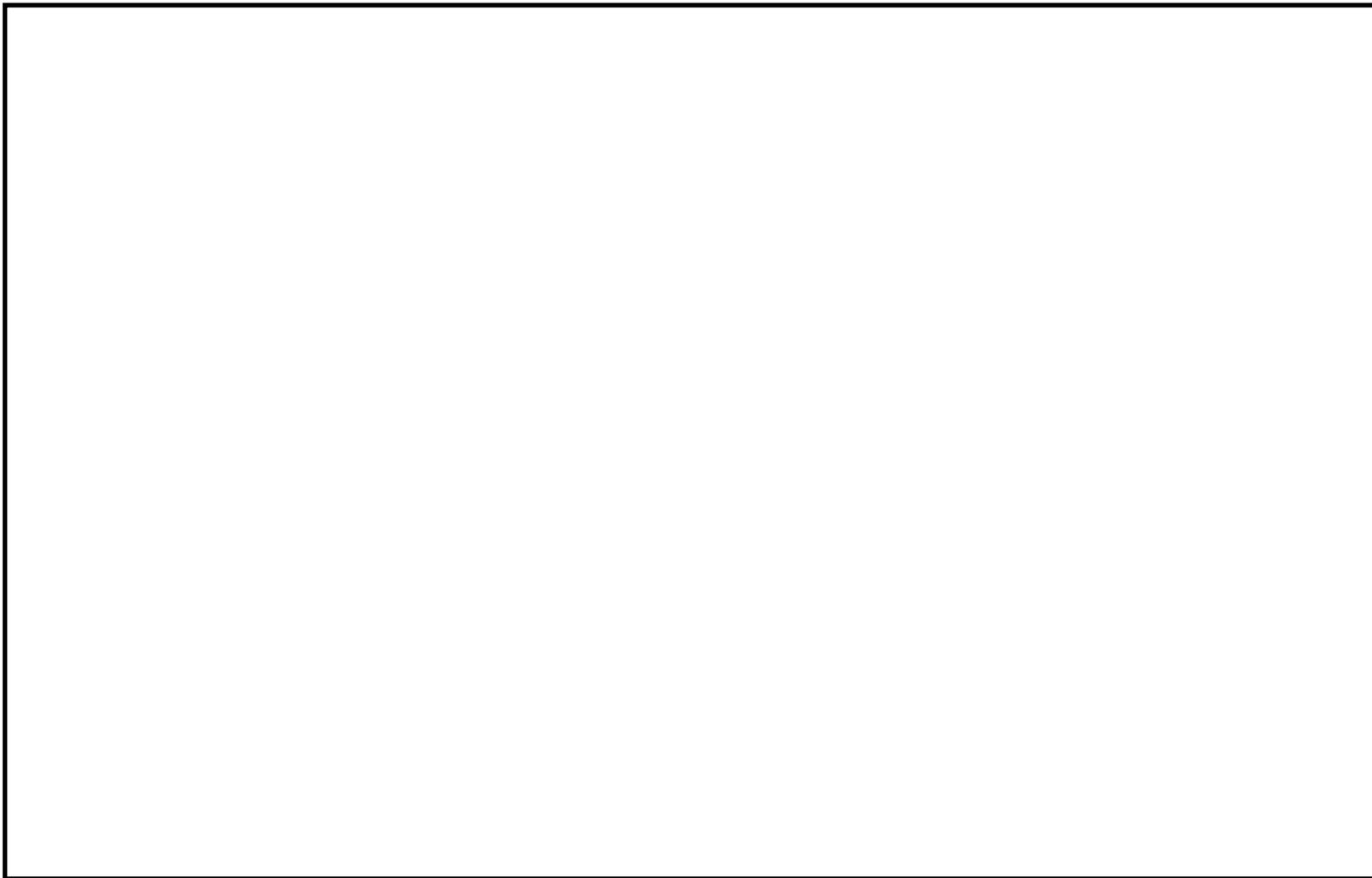
第 57-5-6 図 6 号炉電源車保管場所

57-5-12



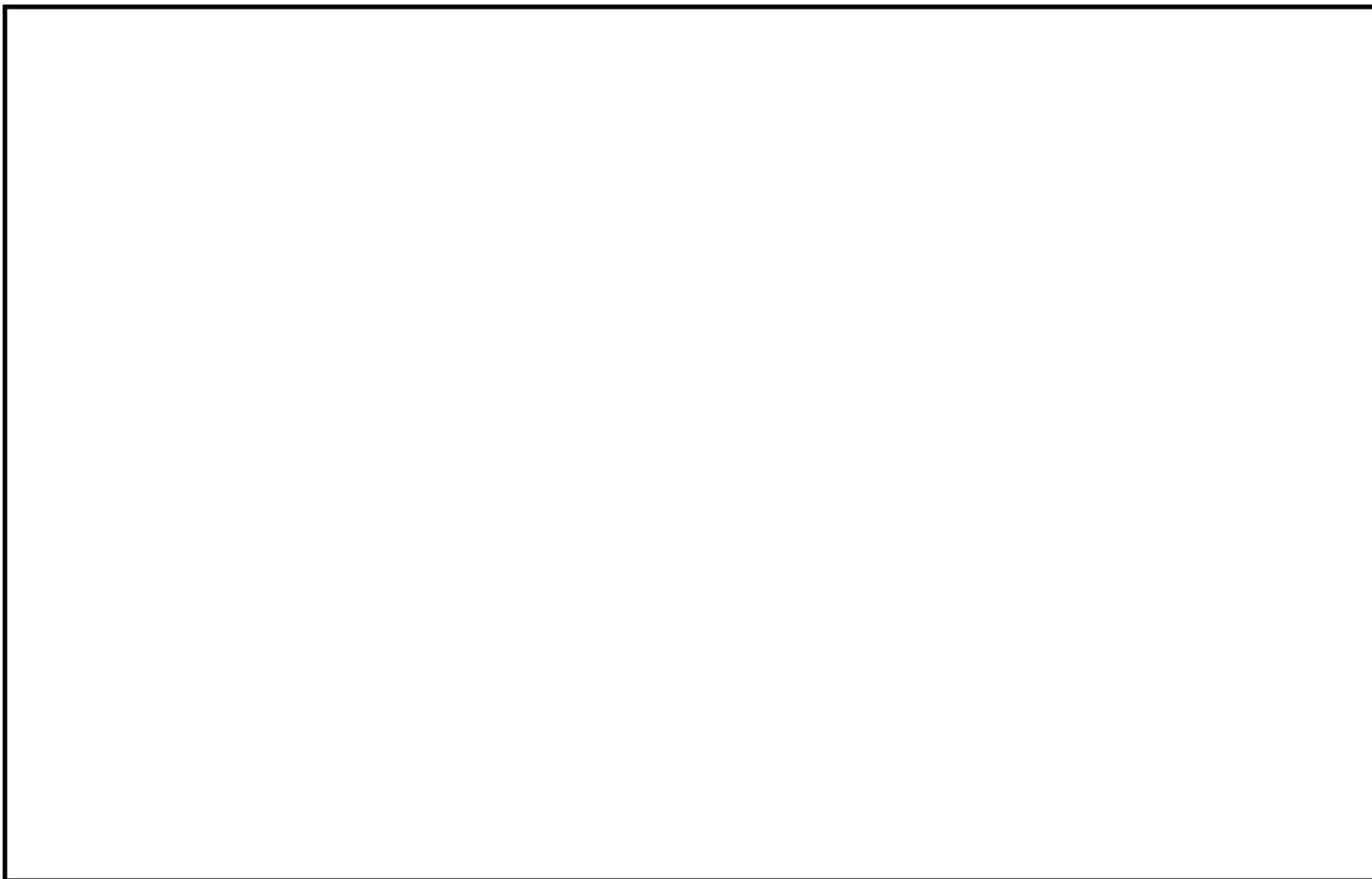
第 57-5-7 図 6 号炉電源車取付場所

57-5-13



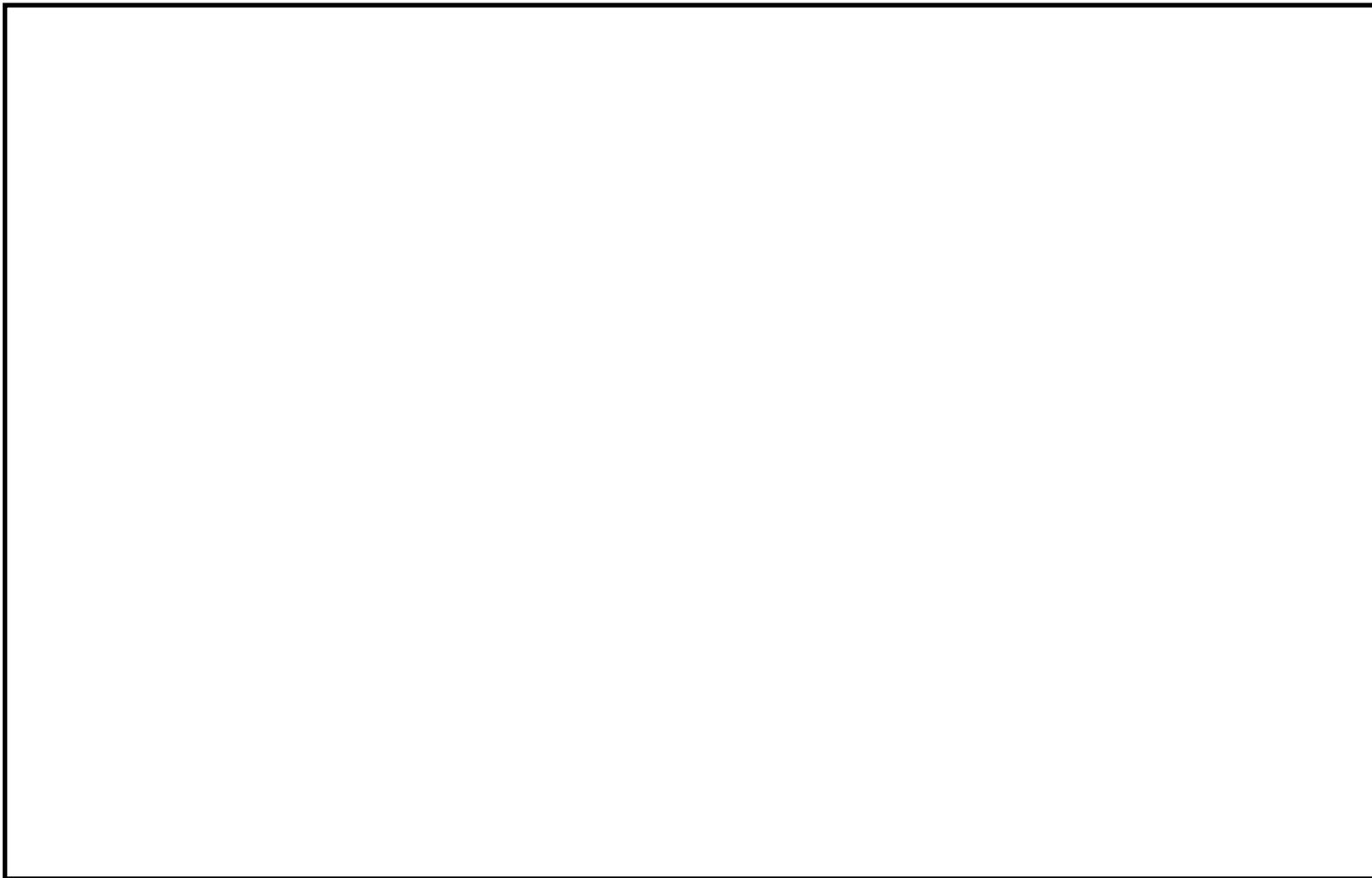
第 57-5-8 図 7 号炉直流 125V 蓄電池 (3 系統目) 及び充電器設置場所 (原子炉建屋 2 階)

57-5-14



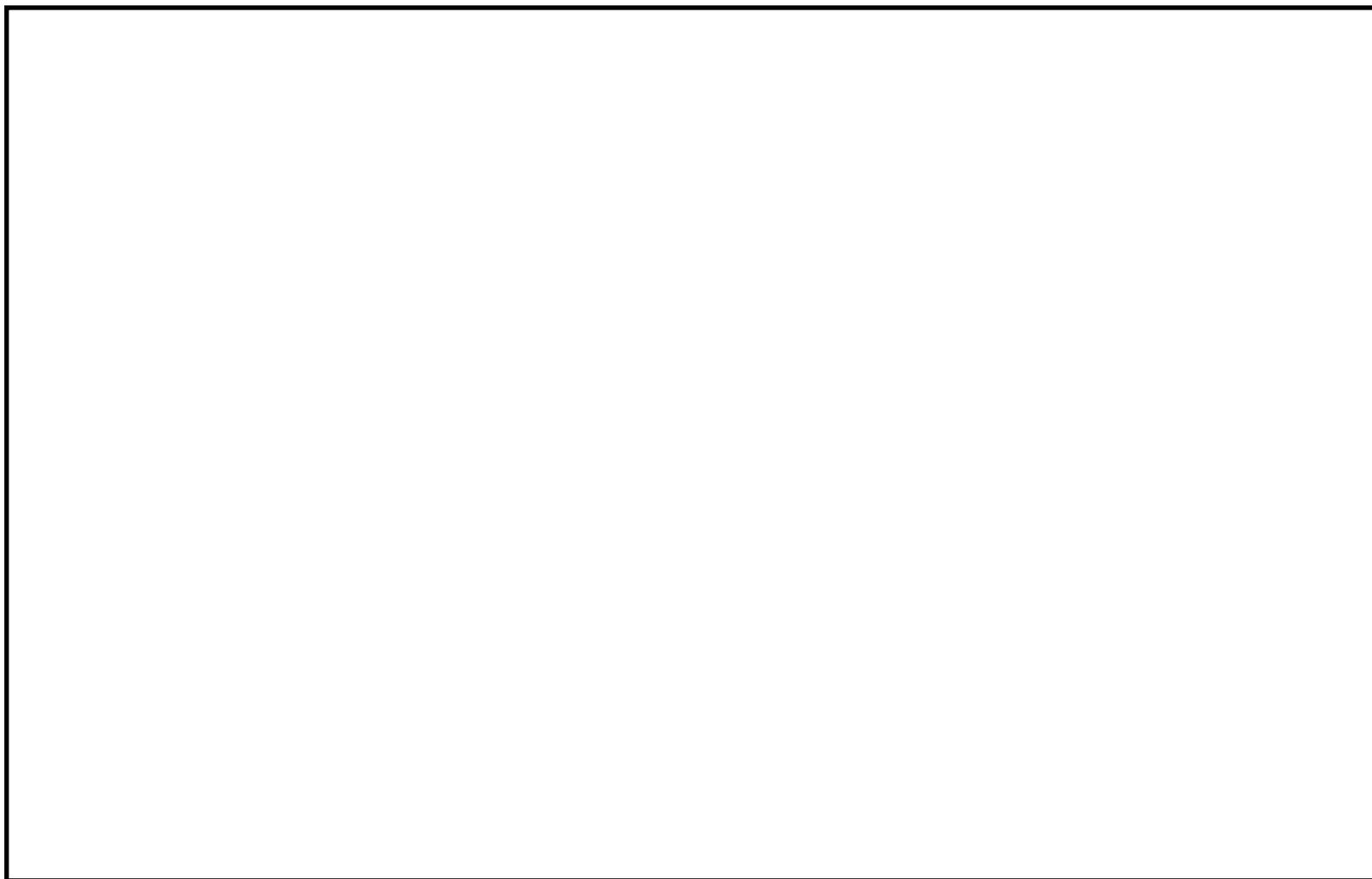
第 57-5-9 図 7 号炉非常用ディーゼル発電機設置場所 (原子炉建屋 1 階)

57-5-15



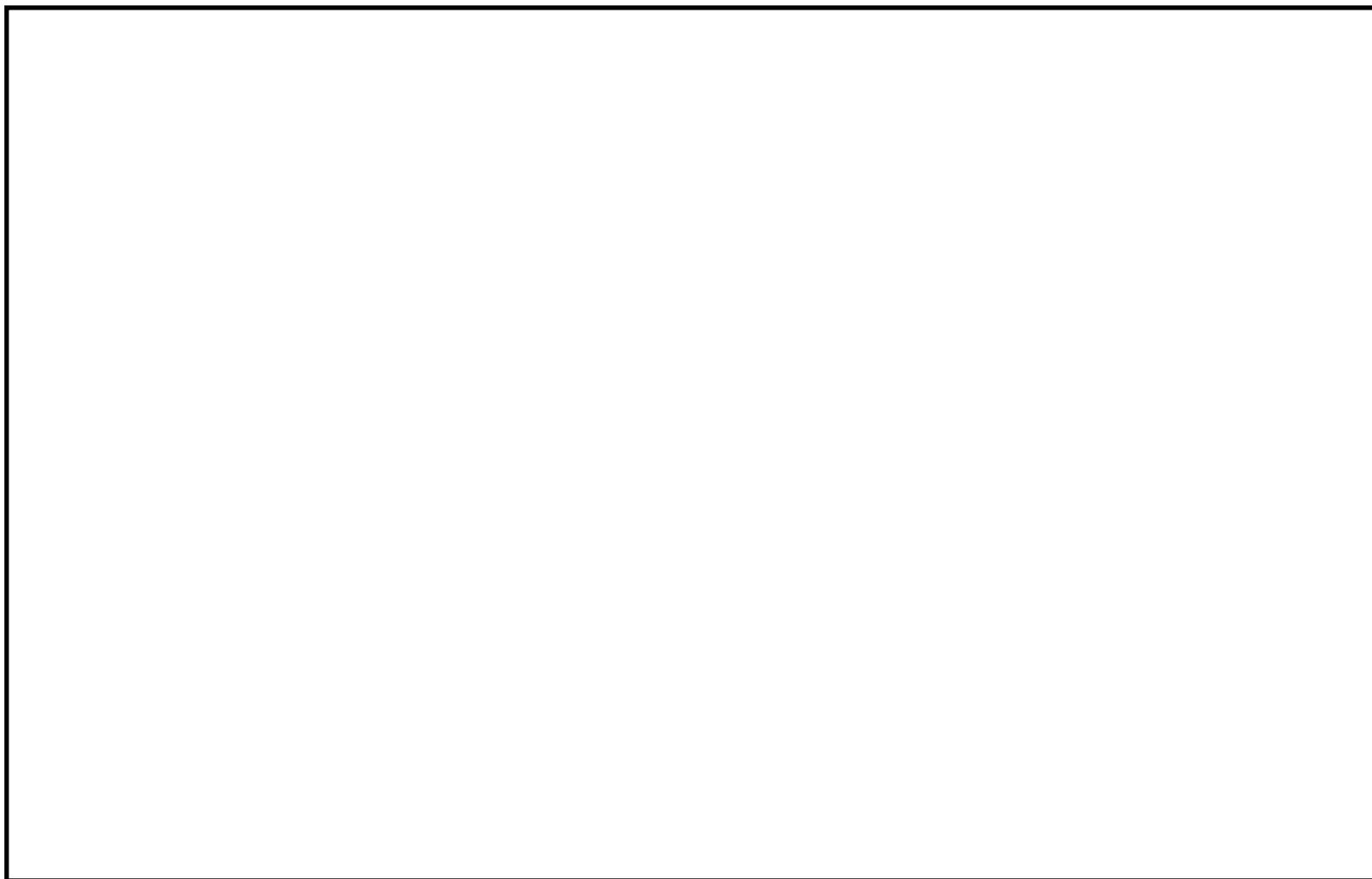
第 57-5-10 図 7 号炉直流 125V 蓄電池 A 設置場所 (コントロール建屋地下 2 階)

57-5-16



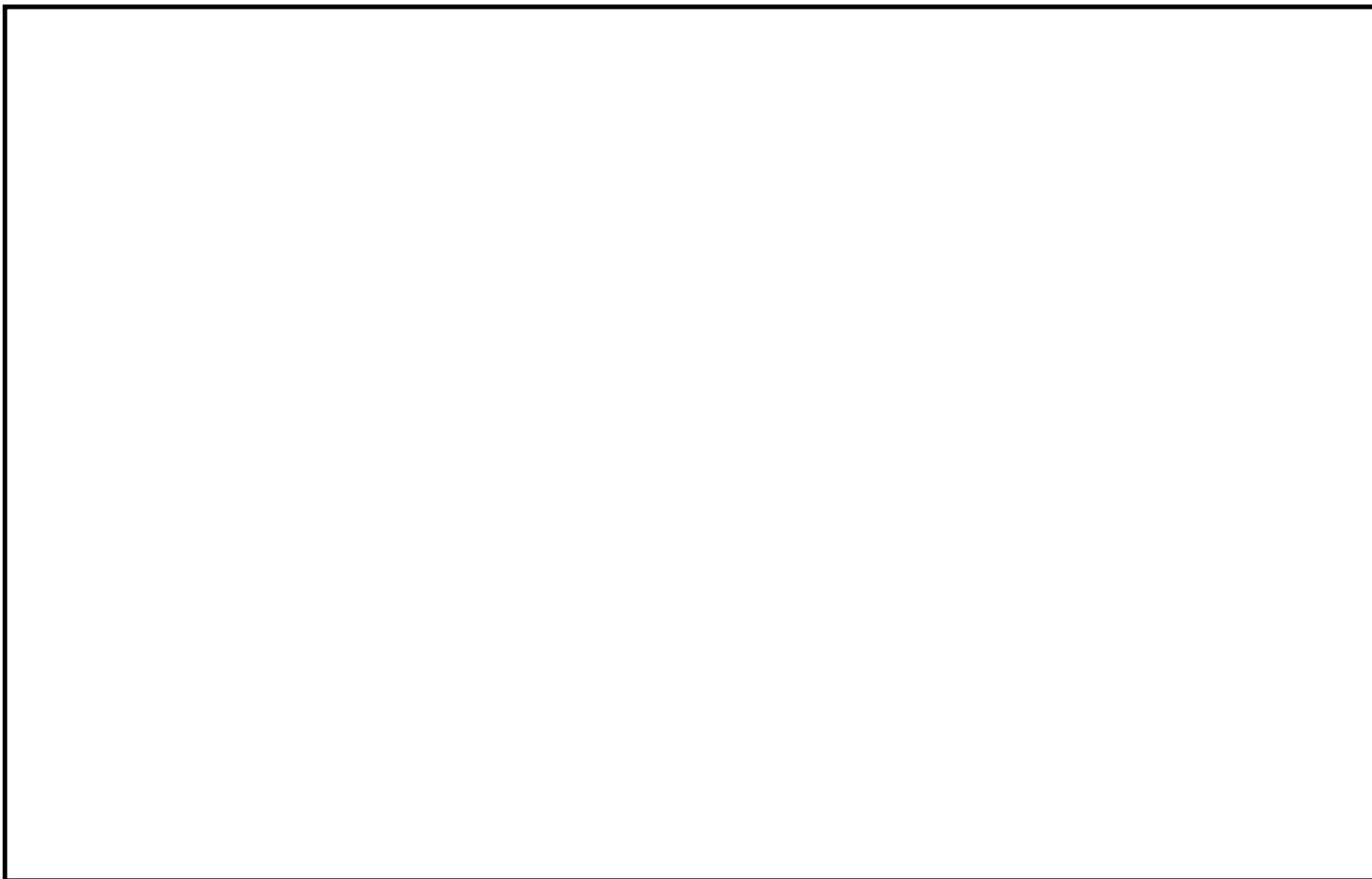
第 57-5-11 図 7 号炉直流 125V 蓄電池 A-2, B, C 及び D 設置場所 (コントロール建屋地下 1 階)

57-5-17



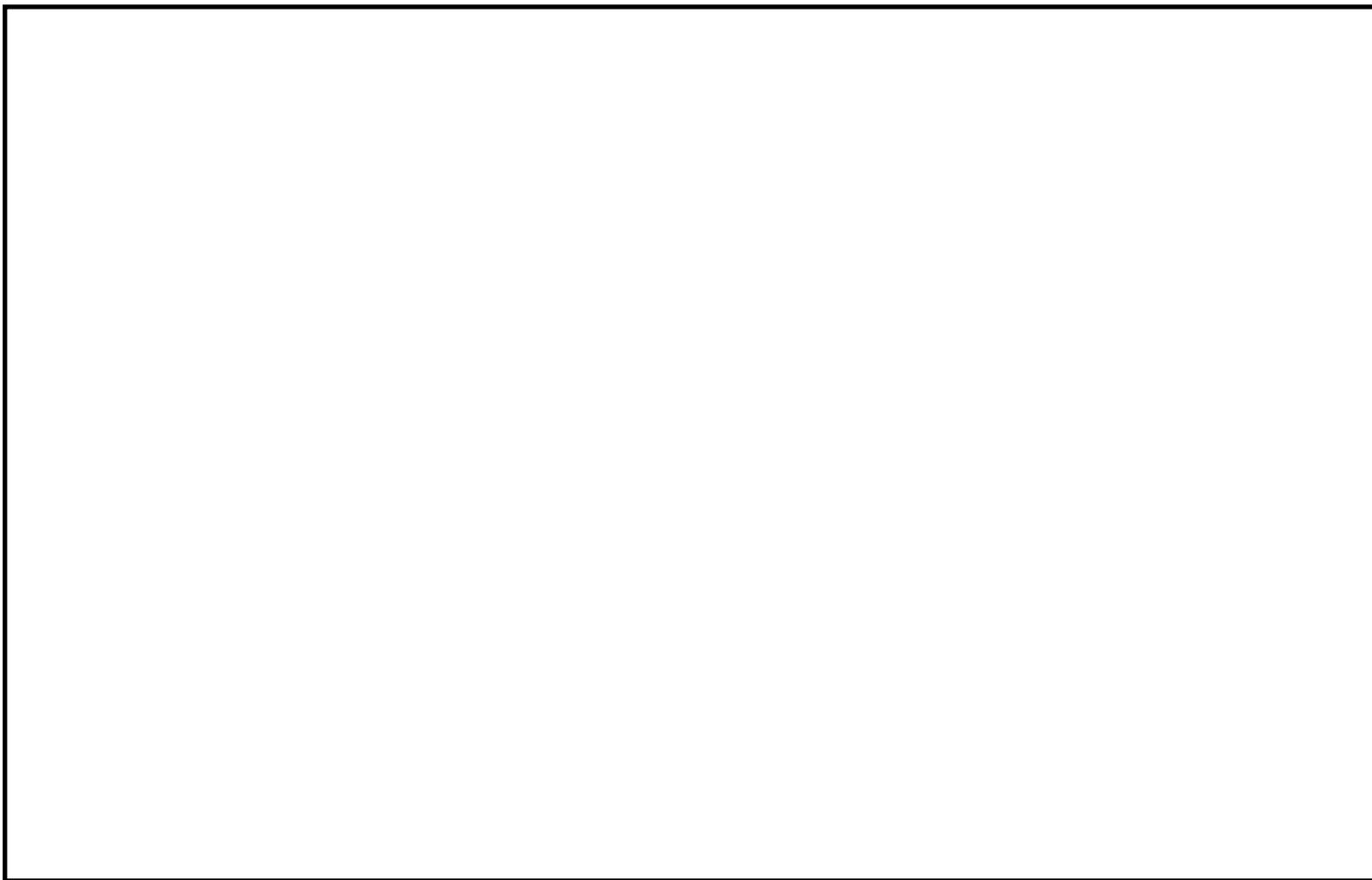
第 57-5-12 図 7 号炉 AM 用直流 125V 蓄電池及び充電器設置場所 (原子炉建屋 4 階)

57-5-18



第 57-5-13 図 7 号炉電源車保管場所

57-5-19



第 57-5-14 図 7 号炉電源車取付場所

57-6

容量設定根拠

57-6-1

6号炉

名称		直流 125V 蓄電池 (3 系統目)
容量	Ah/組	約 3,000 (10 時間率)
個数	組	1 (1 組当たり 60 個)
<p><b>【設定根拠】</b></p> <p>(概要)</p> <p>重大事故等時にその他発電用原子炉の附属施設のうち非常用電源設備として使用する直流 125V 蓄電池 (3 系統目) は、以下の機能を有する。</p> <p>直流 125V 蓄電池 (3 系統目) は、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するために必要な電力を確保するために設置する。</p> <p>系統構成は、設計基準事故対処設備の電源が喪失(全交流動力電源喪失)し、<b>所内蓄電式直流電源設備</b>及び常設代替直流電源設備として AM 用直流 125V 蓄電池が使用できない場合※に、直流 125V 蓄電池 (3 系統目) を使用し、1 時間以内に中央制御室において行う簡易な操作以外の負荷の切り離しを行わず合計 24 時間にわたり、重大事故等の対応に必要な設備に直流電力の供給を行うことが可能な設計とする。</p> <p>※AM 用直流 125V 充電器盤蓄電池電圧が許容最低電圧値 (108V) 以上を維持できない場合を含む。なお、許容最低電圧(108V)は、保証最低電圧が高く、負荷電流が大きい計装装置が確実に動作するよう、電圧降下に余裕を考慮し設定している。</p>		

## 1. 容量の設定根拠

直流 125V 蓄電池（3 系統目）の容量は、24 時間以上、直流負荷へ電力を供給できる容量を以下の通り算出し、3000Ah/組とする。その負荷を第 1-1 表に示す。

第 1-1 表 直流 125V 蓄電池（3 系統目）負荷（6 号炉）

負荷名称	負荷電流[A]と運転時間	
	1 分以内	24 時間
高圧代替注水系制御電源	2.39	2.39
格納容器圧力逃がし装置制御電源	17.30	17.30
その他の負荷	317.23	38.83
合計*	337	59

注記※：負荷電流の合計は小数点以下を切り上げた値とする。

第 1-1 表の負荷電流より下記の式を用いて必要容量を計算する。

$$C_t = \frac{1}{L} (K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + K_3 (I_3 - I_2) + \dots + K_n (I_n - I_{n-1}))$$

$C_t$ ：必要容量（Ah）

$L$ ：保守率=0.8（単位なし）

$K_n$ ：保守換算時間（時）

$I_n$ ：負荷電流（A）

サフィックス 1, 2, 3, n：負荷電流の変化の順に付番する。

（参考文献：電池工業会規格「鉛蓄電池の容量算出法」SBA S 0601：2014）

直流 125V 蓄電池（3 系統目）の必要容量は、計算すると以下の通りとなる。

・直流 125V 蓄電池（3 系統目）の容量計算結果

$$C_1 = \frac{1}{0.8} (0.69 \times 337) = 290.7 \cong 291 \text{ Ah}$$

$$C_{1440} = \frac{1}{0.8} (24.20 \times 337 + 24.18 \times (59 - 337)) = 1791.7 \cong 1792 \text{ Ah}$$

よって、重大事故時に使用する直流 125V 蓄電池 (3 系統目) の容量は, 1792Ah を上回る 3000Ah を有するため, 合計 1440 分以上 (24 時間以上), 重大事故等の対応に必要な設備に直流電力の供給を行うことが可能である。

## 2. 個数の設定根拠

直流 125V 蓄電池 (3 系統目) は, 重大事故等対処設備として炉心の著しい損傷等を防止するために必要な直流電力の供給を行うために必要な個数として 1 組 (1 組あたり 60 個) 設置する。

7号炉

名称		直流 125V 蓄電池 (3 系統目)
容量	Ah/組	約 3,000 (10 時間率)
個数	組	1 (1 組当たり 60 個)
<p><b>【設定根拠】</b></p> <p>(概要)</p> <p>重大事故等時にその他発電用原子炉の附属施設のうち非常用電源設備として使用する直流 125V 蓄電池 (3 系統目) は、以下の機能を有する。</p> <p>直流 125V 蓄電池 (3 系統目) は、設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止するために必要な電力を確保するために設置する。</p> <p>系統構成は、設計基準事故対処設備の電源が喪失(全交流動力電源喪失)し、<b>所内蓄電式直流電源設備</b>及び常設代替直流電源設備として AM 用直流 125V 蓄電池が使用できない場合※に、直流 125V 蓄電池 (3 系統目) を使用し、1 時間以内に中央制御室において行う簡易な操作以外の負荷の切り離しを行わず合計 24 時間にわたり、重大事故等の対応に必要な設備に直流電力の供給を行うことが可能な設計とする。</p> <p>※AM 用直流 125V 充電器盤蓄電池電圧が許容最低電圧値 (108V) 以上を維持できない場合を含む。なお、許容最低電圧(108V)は、保証最低電圧が高く、負荷電流が大きい計装装置が確実に動作するよう、電圧降下に余裕を考慮し設定している。</p>		

## 1. 容量の設定根拠

直流 125V 蓄電池（3 系統目）の容量は、24 時間以上、直流負荷へ電力を供給できる容量を以下の通り算出し、3000Ah/組とする。その負荷を第 1-2 表に示す。

第 1-2 表 直流 125V 蓄電池（3 系統目）負荷（7 号炉）

負荷名称	負荷電流[A]と運転時間	
	1 分以内	24 時間
高圧代替注水系制御電源	3.00	3.00
格納容器圧力逃がし装置制御電源	8.20	8.20
その他の負荷	315.40	37.40
合計*	327	49

注記※：負荷電流の合計は小数点以下を切り上げた値とする。

第 1-2 表の負荷電流より下記の式を用いて必要容量を計算する。

$$C_t = \frac{1}{L} (K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + K_3 (I_3 - I_2) + \dots + K_n (I_n - I_{n-1}))$$

$C_t$ ：必要容量（Ah）

$L$ ：保守率=0.8（単位なし）

$K_n$ ：保守換算時間（時）

$I_n$ ：負荷電流（A）

サフィックス 1, 2, 3, n：負荷電流の変化の順に付番する。

（参考文献：電池工業会規格「鉛蓄電池の容量算出法」SBA S 0601：2014）

直流 125V 蓄電池（3 系統目）の必要容量は、計算すると以下の通りとなる。

・直流 125V 蓄電池（3 系統目）の容量計算結果

$$C_1 = \frac{1}{0.8} (0.69 \times 327) = 282.0 \cong 283 \text{ Ah}$$

$$C_{1440} = \frac{1}{0.8} (24.20 \times 327 + 24.18 \times (49 - 327)) = 1489.2 \cong 1490 \text{ Ah}$$

よって, 重大事故時に使用する直流 125V 蓄電池 (3 系統目) の容量は, 1490Ah を上回る 3000Ah を有するため, 合計 1440 分以上 (24 時間以上), 重大事故等の対応に必要な設備に直流電力の供給を行うことが可能である。

## 2. 個数の設定根拠

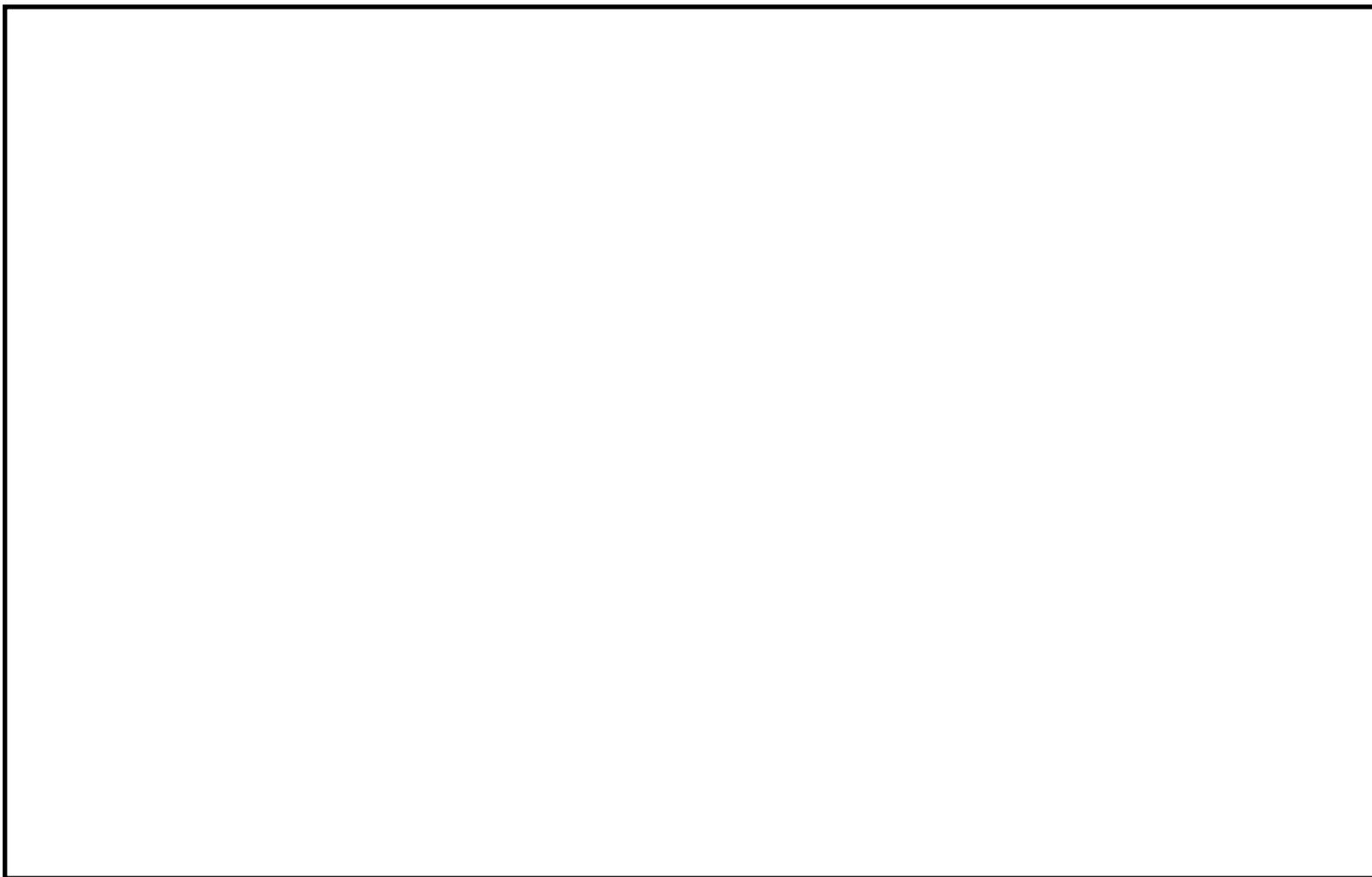
直流 125V 蓄電池 (3 系統目) は, 重大事故等対処設備として炉心の著しい損傷等を防止するために必要な直流電力の供給を行うために必要な個数として 1 組 (1 組あたり 60 個) 設置する。

57-7

その他資料

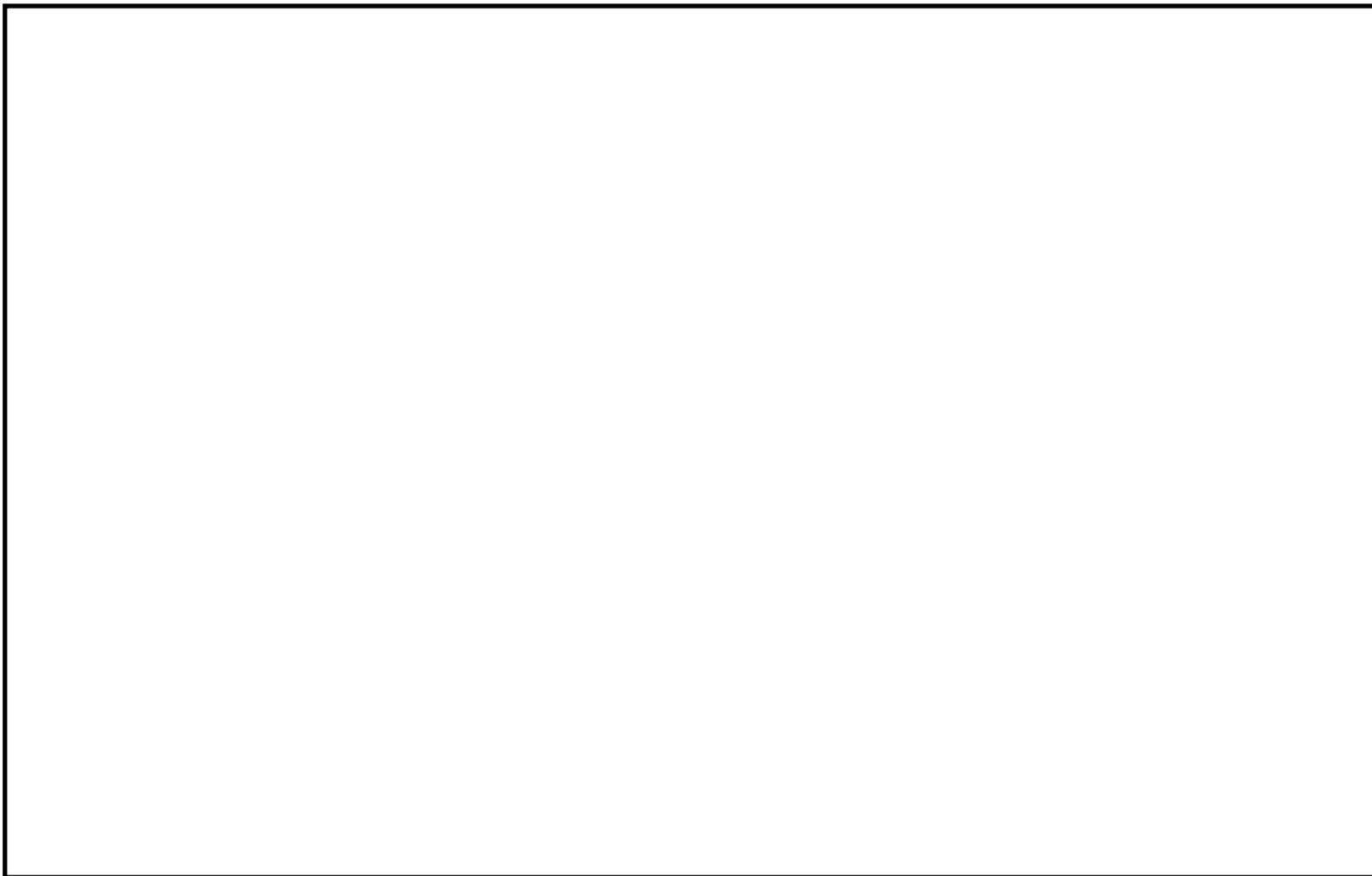
57-7-1

57-7-2



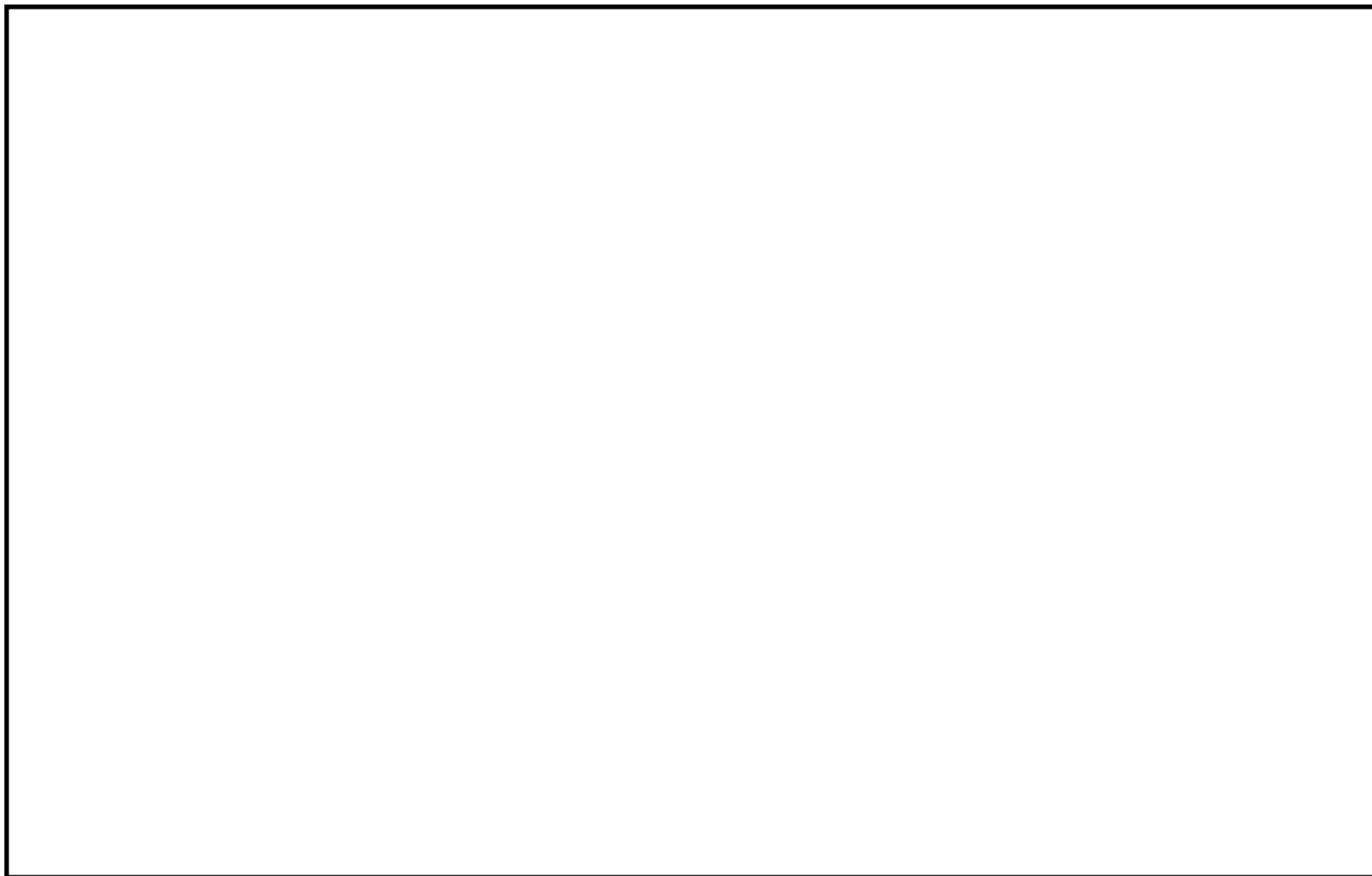
第 57-7-1 図 6 号炉ケーブルルート図 (原子炉建屋 3 階)

57-7-3



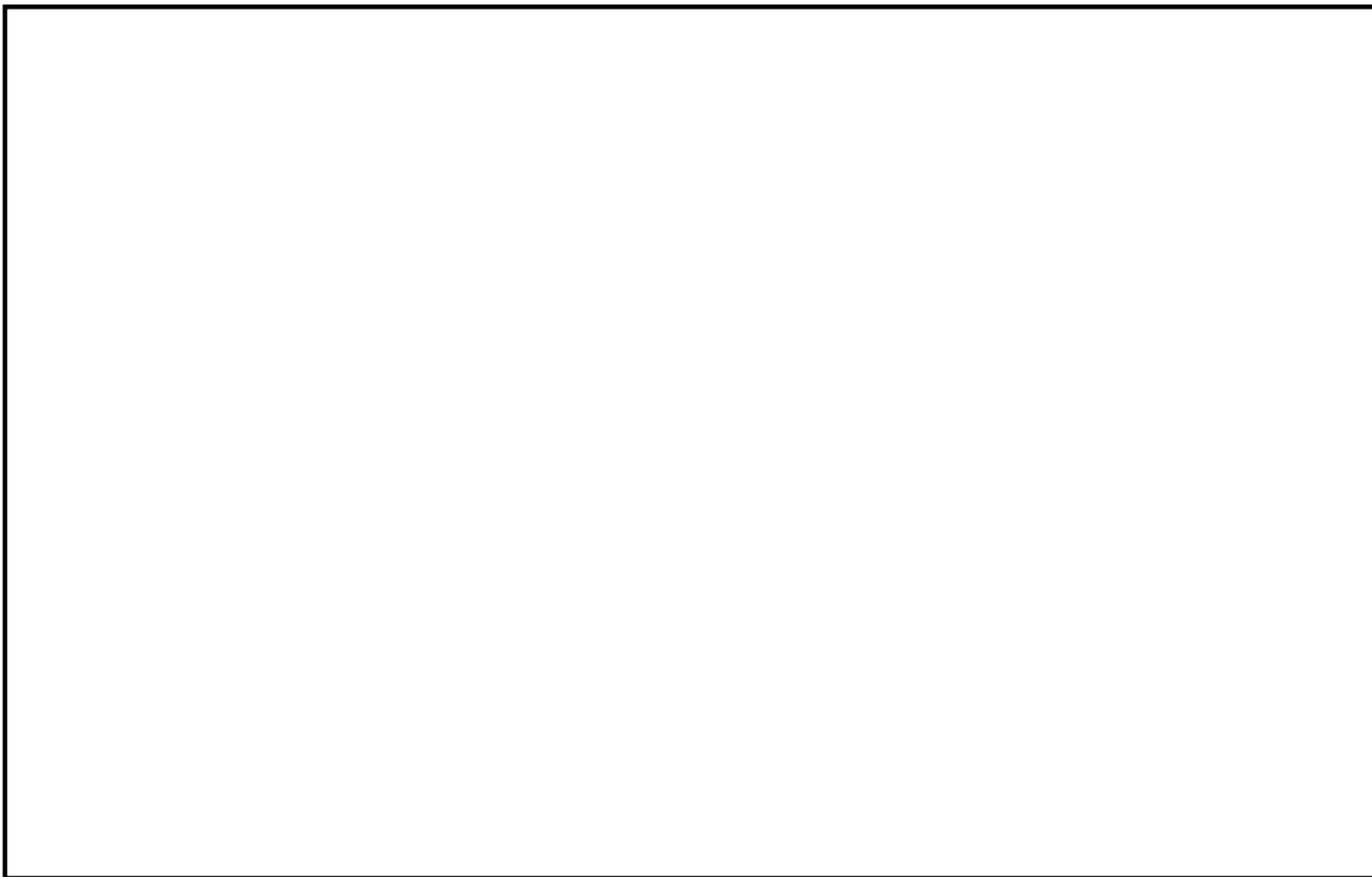
第 57-7-2 図 6 号炉ケーブルルート図 (原子炉建屋 4 階)

57-7-4



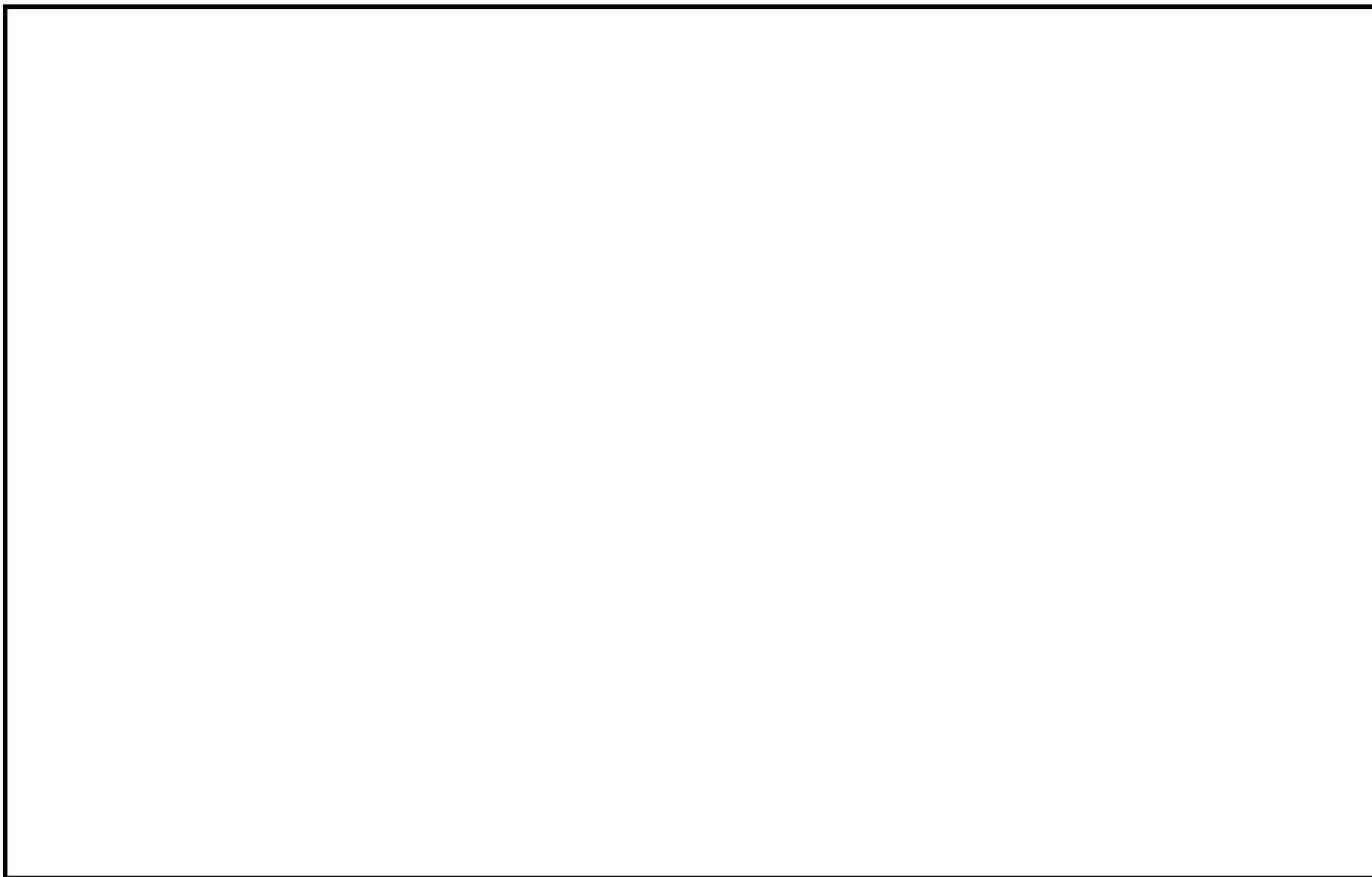
第 57-7-3 図 7 号炉ケーブルルート図 (原子炉建屋 2 階)

57-7-5



第 57-7-4 図 7 号炉ケーブルルータ図 (原子炉建屋 3 階)

57-7-6



第 57-7-5 図 7 号炉ケーブルルータ図 (原子炉建屋 4 階)

所内常設直流電源設備（3 系統目）から代替所内電気設備への給電の位置付けについて

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉における設置許可基準規則 57 条に基づいて設置する直流電源設備及び給電系統を第 57-7-1 表に示す。

第 57-7-1 表 直流電源設備及び給電系統

要求事項	第 57 条第 1 項 b) 【1 系統目】		第 57 条第 1 項 c) 【2 系統目】	第 57 条第 2 項 【3 系統目】
直流電源設備	所内蓄電式 直流電源設備	常設代替 直流電源設備	可搬型 直流電源設備	所内常設 直流電源設備 (3 系統目)
給電系統	非常用所内 電気設備 A 系	代替所内 電気設備		

第 57-7-1 表に示すとおり，所内蓄電式直流電源設備は非常用所内電気設備 A 系，常設代替直流電源設備，可搬型直流電源設備及び所内常設直流電源設備（3 系統目）は代替所内電気設備へ給電を行う設計とし，これらの直流電源設備から電気設備への給電系統は，重大事故等対処設備と位置付けている。