

第6章 電気設備の保全

6.1 保全の基本的な考え方

農業水利施設の分野において、施設に深刻な性能低下が発生する前に、施設の機能診断に基づく必要な補修・更新等の予防保全対策を実施し、施設のライフサイクルコスト（建設・維持管理等に必要なすべての費用）の低減を図るストックマネジメントの取り組みが導入されている。土地改良施設で設置される電気設備についても同様に、電気設備の機能を保持していくためには、適切に保全を行う必要がある。

電気設備は、使用時間の経過とともに、設備を構成している機器及び部品の劣化損耗が進むため、適切な時期に部品交換や補修等の保全を行わないと、故障等が生じるとともに、設備全体の機能が発揮できなくなる。これを防ぐためには、日常から、点検・整備を計画的に行うとともに、適切に設備を機能診断して、機器等の状態に応じて、保全計画を立て、保全することで機能を維持していくことが必要である。（参考：農業水利施設の機能保全の手引き「電気設備」平成25年5月。以降「保全の手引き（電気設備）」という。）

(1) 保全方式

電気設備は、使用状況、使用環境や日常の維持管理状態によっても劣化の程度に差が生じてくることから、基本的には状態監視保全を導入し、時間計画保全や事後保全と併せて適切に機能保全を進めて行く。

保全方式については、通常、図 6.1-1 に示すように分類される。

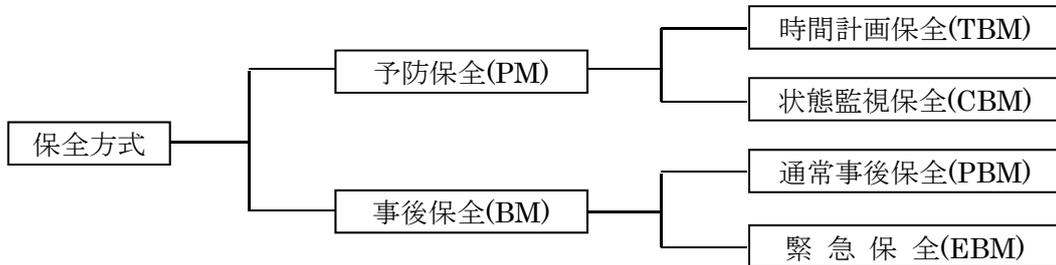


図 6.1-1 保全方式の分類(JIS Z 8115)

(2) 予防保全 (Preventive Maintenance) の考え方

予防保全には、時間計画保全と状態監視保全がある。

時間計画保全 (Time Based Preventive Maintenance) は、予定の時間計画 (スケジュール) に基づく予防保全の総称で、予定の時間間隔で行う定期保全と設備や機器が予定の累積稼働時間に達したときに行う経時保全に大別される。計画的に実施する定期点検 (月点検・年点検) や定期整備 (定期的な部品等の取替え含む) は、時間計画保全に含まれる。

状態監視保全 (Condition Based Preventive Maintenance) とは、運転中の設備の状態を計測装置などにより観測し、その観測値に基づいて保全を実施するものである。常に設備状態の傾向を監視・分析することにより、適切な時期に保全を実施することが可能である。日常点検、定期点検及び機能診断調査時に得られた測定データの活用による劣化傾向の把握 (傾向管理) も状態監視保全に含まれる。

(3) 事後保全 (Breakdown Maintenance) の考え方

事後保全には、通常事後保全と緊急保全がある。

通常事後保全 (Planned Breakdown Maintenance) は、管理するうえで予防保全を実施しないと決めた機器及び部品等の性能低下に対する処置をいう。

緊急保全 (Emergency Breakdown Maintenance) は、予防保全を行うと決めた機器及び部品等の予測不可能な突発的故障に対する緊急処置をいう。

6.2 機能診断調査

機能診断調査は、事前調査、現地踏査、概略診断調査、詳細診断調査によって、電気設備及び構成機器・部品の性能レベル (健全度) を把握し、どの程度要求性能を満たしているか、どの程度性能が低下しているかを調べ、性能レベル (健全度) に応じた機能保全計画を立てるために行う。

(1) 機能診断評価

電気設備の機能診断調査は、設備・配電盤・構成機器を個別に調査して、健全度評価 (S 評価) を概略診断調査と詳細診断調査の結果等を踏まえて行う。

表 6.2-1 電気設備における健全度評価

健全度評価	健全度指標の定義	具体例	対応する対策の目安
S-5	・異常が認められない状態	・新設時点とほぼ同様の状態	対策不要
S-4	・軽微な劣化が見られるが、機能上の支障はない状態	・CBM 機器：絶縁抵抗値等の基準値以内 ・TBM 機器：参考耐用年数未満	継続監視 (予防保全含む)
S-3	・放置しておくに機能に支障が出る状態で、劣化対策が必要な状態	・CBM 機器：絶縁抵抗値等の基準値超過 ・TBM 機器：参考耐用年数超過	劣化対策 (機器修理又は交換)
S-2	・機能に支障がある状態 ・著しい性能低下により、至急劣化対策が必要な状態	・機能に支障がある状態	至急劣化対策 (機器至急修理又は交換)
S-1	・設備等の信頼性が著しく低下しており、補修では経済的な対応が困難な状態 ・近い将来に設備の機能が失われるリスクが高い状態 ・本来的機能及び社会的機能における性能が、総合的に著しく低下している状態	・配電盤単位の評価点の平均値 20 点以上の配電盤が一つでもあり、経過年数が 25 年以上であれば設備 (全体・部分) の更新を検討する。設備の重要度とリスク、経済性、事業制度、同期化等を勘案した結果、全体更新又は部分更新が必要と判断されたもの	設備更新 (全体・部分)

※「保全の手引き (電気設備)」より引用

(2) 健全度評価と保全対策

機能診断調査の結果から、現状の性能レベルを健全度として評価する。健全度は低い状態から高い(良い)状態の順でS-1からS-5で示し、S-4を劣化対策要否判定の基準レベル(要求性能が満足されている状態)とする。

性能管理においては、日常管理における点検・整備等を通じて、健全度をS-4レベルに維持することを基本とし、S-1からS-3の健全度と判定された場合は、性能レベルを回復するための機能保全対策を講じる必要がある。

(3) 機能診断評価の手順

事前調査、現地踏査、定期保全記録などにより作成された概略診断調査表から電気設備の運転・管理状況の把握を行い、概略診断評価を行う。経過年数20年以上で詳細診断を実施して、健全度評価を行う。経過年数20年未満の場合も異常の有無、参考耐用年数を考慮しての健全度評価を行う。概略診断、詳細診断で、総合的な機能・性能評価を行うことが重要である。機能診断評価の手順を図6.2-1に示す。

なお、詳細については「保全の手引き(電気設備)」を参考にする。

6.3 電気設備の保全計画

6.3.1 保全の形態

電気設備を保全するに当たっては、設備の設置目的に応じ十分な機能・性能を有し、安全性、効率性、環境等にも配慮したものとするとともに、旧設備から新設備への交換や更更新手順も含め、十分な検討を行い実施しなければならない。

6.3.2 保全計画の手順

電気設備の保全計画検討は、図 6.3-1 に示す手順にしたがって検討する。

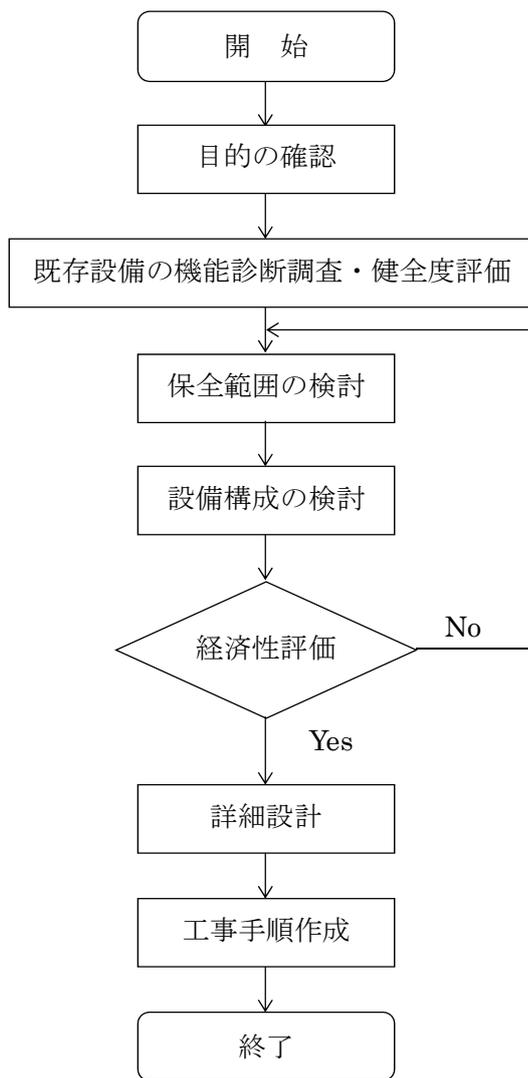


図 6.3-1 保全計画フロー図

(1) 目的の確認

保全計画では、ただ単に既存設備の保全対策のみでなく、長寿命化や機能向上（信頼性、高機能化、安全性、省スペース、省メンテナンス、省エネルギー等）を目的として実施するものがある。これらの目的を見定めて、効果の高い設備計画を行う。

(2) 既存設備の機能診断・健全度評価

現状の電気設備の状況を正確に把握する。

- a. 点検整備記録、運転記録、故障・補修記録などの履歴
- b. 設備の実態調査、各機能の運転状況調査
- c. 設備の機能診断調査及び健全度評価の検討と保守限界の確認
- d. 整備事業、修繕事業等関連事業における整備状況
- e. PCB含有機器の有無、管理状況確認
- f. アスベスト含有機器の確認
- g. 既存設備の設計図書等の確認

(3) 保全範囲の検討

電気設備の経年劣化は、絶縁不良等の電氣的劣化であることが多い。同一環境においては、ほぼ同じように劣化が進行すると考えられている。このことから、保全対策は、機能低下した機器や盤のみを対象とするのではなく、相互に関連した装置、機器等を含めて設備全体の機能を確保する観点で、検討するものとする。

保全の範囲は、保全の目的と既存設備の現状把握を基に、上述の観点で検討して決定する。一般に保全方法は、修理や部品交換、部分更新と全体更新とがある。

- a. 劣化した機器や部品を修理、又は交換する。
- b. 部分更新は、盤単位で更新を行う。例えば、直流電源設備、屋外機側操作盤等盤単位での更新をいう。
- c. 全体更新は、電気設備全体の更新をいう。

なお、電気設備に保全に関する対策工法については、「保全の手引き(電気設備)」に具体例が記載されているので、これも参考にして検討する。

(4) 設備構成の検討

保全計画の目的に従い、設備構成の検討を行う。

(5) 経済性評価

経済性を考慮しながら、保全範囲、仕様等の再検討を行う。

(6) 詳細設計

最適な案について詳細設計を行う。

(7) 工事手順作成

設備の運転に、支障をきたさない効率的な工事手順を検討する。

6.3.3 保全実施計画検討の手順と留意点

受配電設備の保全実施計画を立案検討するに当たっての、検討の手順を図 6.3-2 に示す。また、各手順において検討すべき内容と留意すべき点について表 6.3-1 に、各電気機器類の設計上の留意点を表 6.3-2 に示す。

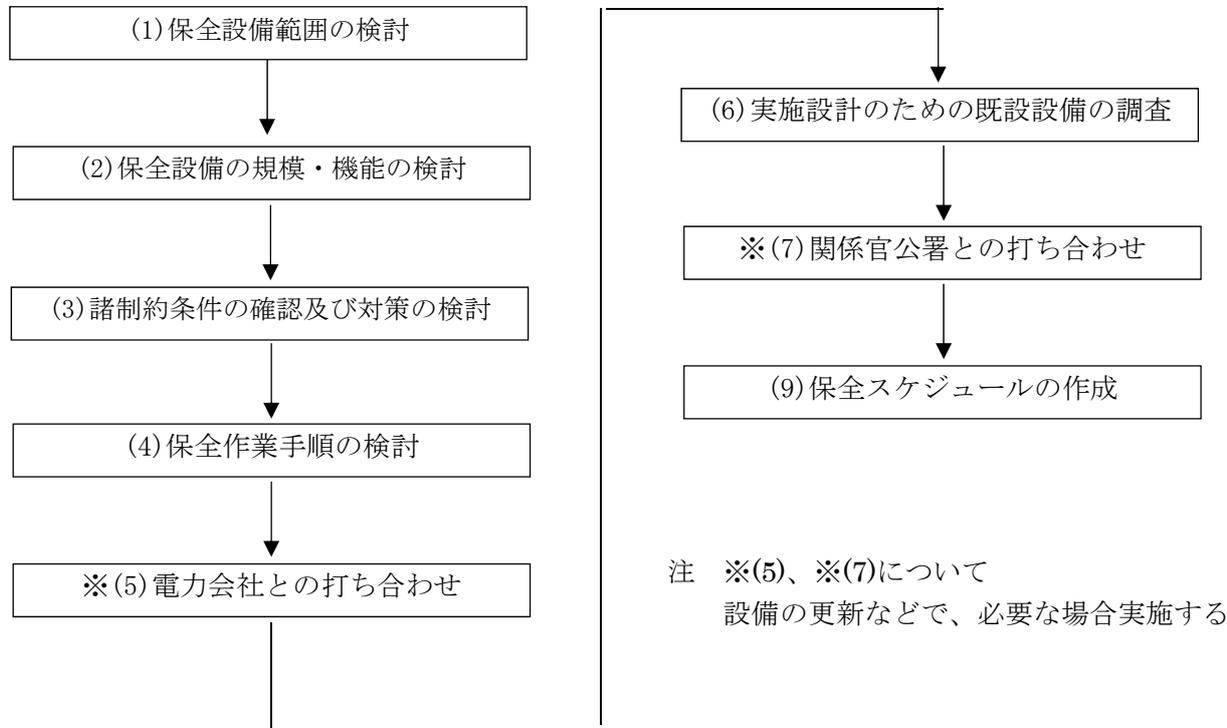


図 6.3-2 保全実施計画検討の手順

表 6.3-1 保全実施計画の手順と留意点

保全実施計画の手順	検 討 内 容	留 意 点
1. 保全設備範囲の検討	保全を必要とする背景から機器や部品の修理・交換や更新設備の範囲を決定する。	一括更新が不可能な場合は、段階を追って更新することも検討する。
2. 保全設備の規模・機能の検討	将来の負荷需要予測を立て、変圧器容量・台数及び将来増設の必要性等を検討する。	変圧器容量を大きくする場合、短絡容量の増大を伴う。既設設備を流用する部分がある場合は、短絡容量が既設遮断器の定格遮断容量を超えないかを検討し、超える場合は変圧器のインピーダンスを大きくする等の対策を行なう。
	既設設備の不具合点を把握し、将来構想を踏まえての受配電システムの選定、新しい設備にもたせるべき機能及び採用する機種を決定する。	既設電動機をトップランナーで交換する場合は始動電流が大きくなるため、電気設備の保護協調（ブレーカー容量・電圧降下・フリッカー、力率値の再確認）が必要である。

表 6.3-1 保全実施計画の手順と留意点(続き)

保全実施計画の手順	検 討 内 容	留 意 点
3. 諸制約条件の確認 及び対策検討	変電所又は電気室の設置場所 ・トッランナー変圧器や電動機による交換の場合の寸法・重量等の確認 ・スペースの有無の確認 ・既設負荷設備への配線ルート上からの問題の有無の確認 ・電力会社からの受電点としての問題の有無の確認	将来の増設スペース、できれば更新のためのスペースも考慮する。トッランナー機器で交換する場合は、既設設備に比べて寸法、重量や、電動機では始動電流、回転速度等が変わる場合があるため留意する必要がある。スペースが狭い場合は次のような対策を検討する。 ・省スペース機器（GIS、多段積薄形盤）等の採用 ・移設可能機器・設備の再配置 ・負荷の整理統合 ・段階的に省スペース機器への交換を行い、スペースの創出を図る。
	停電時間 ・停電可能な時期・回数・時間の確認	保全作業では全停電あるいは部分停電作業は避けることはできないが、できるだけ停電作業を短くする必要がある。停電作業を短くする方策として次のような方法を検討する。 ・電力使用量が少ない時期に、一時的な負荷の移し替えを行い、その間に保全作業を行ってから元に戻す。 ・既設設備に隣接して新設備を段階的に設置して行き、既設負荷設備への接続は、ケーブルを流し配線をしておき、停電時に順次又は一斉に切り替える。 ・どうしても長時間停電できない負荷がある場合は、仮受電設備又は仮非常用発電設備を設けて、電力供給を行う。
	機器の搬出入 ・新設機器の搬入及び既設撤去機器の搬出のルート及び制限寸法の確認 ・新設機器及び撤去機器の仮置きスペースの確認 ・搬出入に対する時間的制約の有無の確認	機器の搬出入が困難なとき及び仮置きスペースが十分確保できない場合の対策として、次のような方法を検討する。 ・機器を分割して搬入して設置場所で組み立てる。 ・搬出入ルート上に設置されていて障害となる機器又は設備を一時的に撤去又は移設しても支障がない時期に交換・更新作業を行う。 ・仮置きスペースが十分でない場合は、搬出入スケジュールを詳細に検討する。

表 6.3-1 保全実施計画の手順と留意点(続き)

保全実施計画の手順	検 討 内 容	留 意 点
4. 保全作業手順検討	停電を必要とする作業と必要としない作業との分類及び両作業間のつながりの検討。	種々の制約条件を満足させ、かつ安全で効率の良い作業手順を検討する必要がある。特に、部分停電作業を行うような場合、トラブルの発生を防ぐために一時的に負荷制限、保護リレーの整定変更等を検討しておく。
5. 電力会社との打ち合わせ	受電点の位置及び受電切替え時期の確認	受電方式、遮断容量、高調波対策等を確認する。
6. 実施設計のための既設設備の調査	図面と現地との照合を行う。 ・機器配置関係 ・外部配線関係 ・制御シーケンス関係	保全対象設備は設置されてから長期間経過しており、途中で改造、回路変更等がされていることが多い。正しい保全作業手順の立案及び保全作業中のトラブル発生の防止、万一のトラブル発生時の迅速かつ的確な処置を行うために、現状と図面を照合しておく。 また、既設設備にPCB含有機器、アスベスト含有機器を含む場合には関係法令や関連規程等に基づく適正な処理がなされるよう実施設計に反映させる。
7. 関係官公署との打ち合わせ	所轄経済産業局と保全計画の正式書類提出前に十分な検討をする。	特に使用前検査関係については、十分に打ち合わせておく。
8. 保全スケジュールの作成	前述までの検討結果を踏まえて保全スケジュールを作成する。	保全作業終了後の各種試験・検査を含めた停電工程に留意する。

表6.3-2 各電気機器類の設計上の留意点

電 気 機 器	設計上の留意点
高圧受変電設備	<p>屋外に単独に設置される柱上開閉器、避雷器は他の機器との関連が少ないので、機能低下を生じた時点での、単独交換が可能である。</p> <p>機能低下を生じた盤が他の盤と列盤として一体となっている場合は、盤の劣化状況、余寿命等を考慮の上、列盤全体の更新を検討する。</p>
低圧配電盤類	<p>低圧配電盤類は、環境の異なる各所に配置されるので経年変化の進行度に大きな差が生ずる場合がある。従って、更新は同一場所に設置されている盤類ごとに検討する。</p> <p>コントロールセンタは補助継電器盤と監視、操作、インターロック等の機能面で密接な関連があるので、同時更新の検討が必要である。</p> <p>低圧電動機盤、低圧補機電動機盤等が列盤で一体となっている場合は、列盤単位の更新の検討を行う。</p> <p>機側操作盤等で単独に設置されている場合は、劣化の著しい盤単独の更新が可能である。</p>
非常用発電装置	<p>パッケージ形の更新は、原動機、発電機、及び発電機盤が一体となっているので、一括して更新することを原則とする。</p> <p>始動用直流電源装置、換気ファン等の補機類に関しては劣化した機器単独での交換が可能である。</p>
直流電源装置	<p>直流電源装置を構成する蓄電池は充電器と比較し耐用年数が短い。したがって、蓄電池が劣化した場合蓄電池単位の交換が可能である。</p> <p>なお、蓄電池の形式を変更する場合には、充電器の一部改造が必要となる場合もある。</p>
ケーブル	<p>盤の更新に伴い、電力ケーブルの端子位置が変わる場合や、制御ケーブルの接続先が変わる場合は、盤の更新に合わせてケーブルの更新の検討を行う。</p> <p>ケーブルを更新する場合は、電線管等の電線路も含めた更新の検討が必要である。</p>

6.4 電気設備の点検・整備

6.4.1 点検・整備

電気設備の維持管理においては、施設管理者が行う日常点検や定期点検が重要である。

そして自家用電気工作物に該当する高圧電気設備などは、保安規程に基づく点検を実施しなければならない。

また、点検に合わせて、設備の清掃、調整、部品交換等の整備が必要となる場合も多くなることを考慮する。

そのため、合理的な点検・整備計画を立てて、実施していくことが必要である。そして、点検・整備結果は、適切に機能診断・評価に反映することも重要である。

6.4.2 点検の種類

点検は、設備や機器等の異常、故障、劣化状態を確認するために実施する目視、聴覚、触覚、臭覚などの五感や計測機器を用いた計測・動作確認等の作業及び記録することをいう。

点検には、基本的に次に示す3種類がある。

(1) 日常点検

日頃行う、異常の有無確認や、見回り点検による第三者事故の防止等を目的として、日常又は1ヵ月未満のサイクルで実施する点検をいう。

(2) 定期点検

定期点検には、3ヵ月、6ヵ月、12ヵ月（年）点検等がある。

6ヵ月点検は、設備・機器全般について、機能の確認を行うため、可能な限り運転を伴い実施する必要がある。非常用発電設備など待機形（常時は運転しなくて、停電になった時の非常時の場合に運転する形態）の設備は、管理運転などを実施して、機能確認する必要がある。

12ヵ月点検は、五感及び計測機器による計測を伴う診断を行うものとする。前回の点検結果との変化や相違についても注意する。

(3) 臨時点検

設備に異常が生じた際や、地震、洪水、落雷等により被害が懸念された場合に行う。

雷害は、直撃雷と誘導雷によるものがあり、その影響は電気設備の機器類に及ぶことが多く、雷発生後は、データや信号の誤り、機器類の誤作動や損傷がないか注意して点検する必要がある。

また、緊急事態の発生に際しては、適切にかつ迅速に対応する必要があり、特に人命尊重に配慮しなければならない。

6.5 更新工事の参考例

既設設備に隣接して新設設備を設置し、既設設備を利用しながら更新する工事の例を図 6.5-1 に示す。

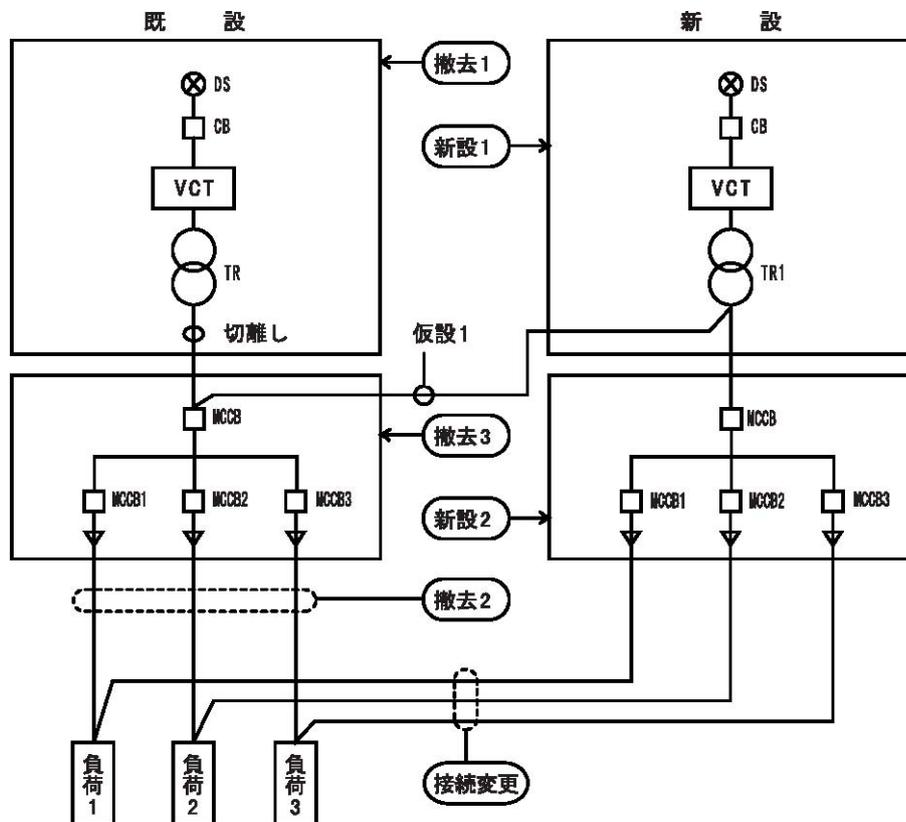


図 6.5-1 更新工事の例

更新手順

- (a) 新設 1 の枠内の設備を設置する。
- (b) 既設 TR と MCCB 間の接続を切り離し、新設 1 の TR1 と既設 MCCB 間の仮設 1 の接続を行う。
- (c) 撤去 1 の枠内の設備を撤去する。(負荷への電力供給は新設 1 の枠内の設備から既設 MCCB を通じて行われる。)
- (d) 撤去 1 の枠内の設備の撤去後のスペースに、新設 2 の枠内の設備を設置して新設 1 の TR1 と新設 2 の MCCB 間の接続を行う。(負荷への電力供給は、新設 2 の MCCB を通じて行える状態にする。)
- (e) 負荷と MCCB 間の撤去 2 と表示してある接続を、順次又は一斉に新設 2 の MCCB との接続に切り替える。(接続変更)
- (f) 撤去 3 の枠内の設備及び仮設 1 の接続を撤去する。