農業水利施設の機能保全に関する 調査計画の参考資料 (案)

[電気設備編]

令和3年6月

農業水利施設の機能保全に関する調査計画の参考資料(電気設備編)

目 次

ı	0.	電気	設備 ··								٠.	٠.	 ٠.	٠.	 ٠.	٠.	٠.	٠.	 	 電-	1
	10. 1	基本	事項								٠.		 ٠.		 ٠.	٠.			 	 電-	1
	10. 1	1.1	電気設備	情の構	成要素	Ę.							 ٠.	٠.	 ٠.	٠.			 	 電-	1
	10. 1	1. 2	電気設備	情の機	能と性	ŧ能·							 ٠.		 ٠.	٠.			 	 電-	4
	10. 2	機能	診断調査	Ē ··									 ٠.		 ٠.	٠.			 	 電-	24
	10. 2	2. 1	基本事項	Į							٠.		 ٠.		 ٠.	٠.			 	 電-	24
	10. 2	2. 2	事前調查	E (既	存資料	^{非の」}	仅集	整理	里等)			 ٠.		 ٠.	٠.			 	 電-	28
	10. 2	2. 3	現地踏查	[巡	回目初	見)					٠.		 ٠.		 ٠.	٠.			 	 電-	33
	10. 2	2. 4	現地調査	近(近	接目礼	見と言	計測])			٠.		 ٠.		 ٠.	٠.			 	 電-	35
	10. 3	機能	診断評価	5 · ·									 ٠.		 ٠.	٠.			 	 電-	42
	10. 3	3. 1	機能診断	評価	の視点	₹ .					٠.		 ٠.		 ٠.	٠.			 	 電-	42
	10. 3	3. 2	設備・盤	・構	成機器	景の化	建全	度記	平価				 ٠.	٠.	 ٠.	٠.			 	 電-	43
	引用•	参考	資料 ·										 ٠.		 				 	 電-	50

【凡例】(本文の文字色等)

赤字、赤の吹き出し、赤枠:ポイントや参考、注意点等を示す。

青字: 調査表等の記載内容例として、参考に示す。

10. 電気設備

10.1 基本事項

10.1.1 電気設備の構成要素

電気設備は、受配電設備、配電設備、動力設備、運転操作設備、非常用発電設備、直流電源 装置等に区分され、これらは概ね機能単位にまとめられた盤により構成され、盤は各種機器、 部品の集合体として機能を発揮している。

【解説】

(1) 電気設備の構成要素

本執務参考資料で対象とする電気設備は、ポンプやゲート及び付帯設備に設置されるもので、構成する要素及び設備の内容は、以下に示すとおりである。

構成要素 主な役割

受配電設備 電力会社から電力供給を受ける引込口から、電動機等の負荷機器に必要な電圧に変圧して、電気を供給する設備

配電設備 電気の各負荷設備へ電気を分岐する設備

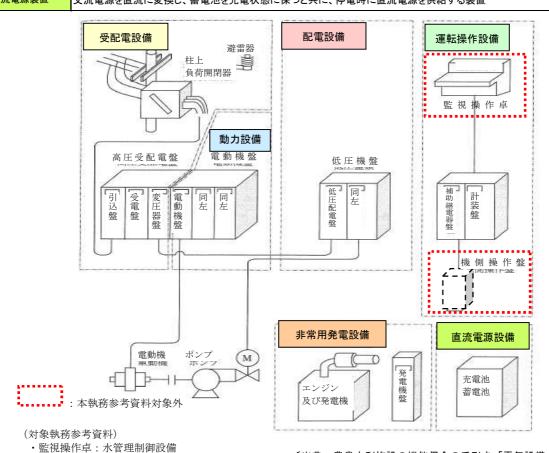
動力設備 電動機の開閉装置や保護装置などを収納した設備

運転操作設備 電気設備の状態を監視し、必要に応じて操作するための設備。

非常用発電設備 商用電源が停電した場合に、エンジンを自動的に運転して電気を供給する設備

直流電源装置 交流電源を直流に変換し、蓄電池を充電状態に保つと共に、停電時に直流電源を供給する装置

表-10.1.1 電気設備の構成要素



・機側操作盤: ポンプ設備、ゲート設備 ロース: 展業水利 図-10.1.1 代表的な電気設備の構成例

[出典:農業水利施設の機能保全の手引き「電気設備]]

電気設備においては、契約電力、負荷の内容、使用電圧、非常用発電装置の有無、設置環境条件などによって電気設備を構成する各配電盤類や機器等は異なる。配電盤類と機器の分類例を図-10.1.2に示す。また、電気設備の構成要素の階層区分を表-10.1.2に示す。



図-10.1.2 配電盤類と機器の分類例

[本図は電気設備計画設計技術指針(高低圧編)の3.3.2配電盤の分類を参考に再構成したもの]



柱上 (気中)開閉器



主変圧器



配電盤



(主変圧機盤)



(高圧電動機盤)



(コントロールセンタ)

写真-10.1.1 主要な機器及び配電盤類

	女 10.1.2 电系数隔が指指にあるに力									
	w 屋 豆 八	電気設備								
	階層区分	設備等の内訳	主な対策方法							
記	设備(全体)	電気設備	修理、更新							
設備		受配電設備、動力設備、配電設備、運転操作設備、 非常用電源設備、直流電源設備	修理、更新							
	配電盤	高圧引込盤、主変圧器盤、補機用変圧器盤、高圧電動機盤、 計装盤、コントロールセンタ 等	修理、更新							
部位	機器	柱上気中開閉器、避雷器、主変圧器、断路器、遮断器、 高圧負荷開閉器、進相コンデンサ、ヒューズ 等	修理、交換							
11/	部品	巻線(コイル) 鉄心 碍子 端子 ファン 笺								

表-10.1.2 電気設備の階層による区分

※機器・部品は配電盤内に格納されている









(補機用電動機盤内)

写真-10.1.2 配電盤内の状況例

(2) 農業水利施設における電気設備の特徴

農業水利施設における電気設備は、ダム、頭首工、ポンプ場等の施設を構成する一部分で あり、主となる機械設備の付帯設備として構成される。電気設備は、ポンプ設備やその他機 械設備と一体となって発揮することから、それぞれの役割分担を明確にし、調和の取れた機 能保全を検討する必要がある。

農業水利施設における電気設備は、一般に次のような特徴がある。

- ①季節的あるいは時間的な負荷の変動幅が広く、かつ、その変化が不規則な場合が多い。
- ②緻密な精度は要求されず安全性、確実性が重要視され、信頼性の高い機器が要求される。
- ③農業水利施設が広域に点在し、野外での電気設備の使用が要求される場合がある。





写真-10.1.3 屋外に設置された電気設備

10.1.2 電気設備の機能と性能

電気設備は電力会社から電気を受電し、所要の電圧に変換して、各負荷設備(電動機等など電気を消費する機器の総称)に配電する機能等を有する。また、電力会社からの受電が停止した時にも稼動が必要な施設の場合、自ら発電し、電力を供給する機能を有する。

電気設備の性能は、これらの機能を発揮する能力であり、電気設備に要求される性能を満足するように機能保全に努める必要がある。

【解説】

(1) 電気設備の機能と性能

電気設備はポンプ設備や頭首工ゲート設備等の電気を使用して動作する施設機械設備(負荷設備)に電力会社から受電した電気を供給するために設置される。電気設備の機能は、この目的を達成するための受電や配電といった本来の目的を達成するために必須となる本来的機能と、本来的機能以外に経済性や環境性等の社会的要求に対して貢献する社会的機能に区分できる。

電気設備の本来的機能は大きく以下の4つの機能に分けられる。

①受電機能

電力会社から適切に受電するために、主として電力会社(電気事業者)と電気供給を受ける需要側(需要家)の境界を設け、外部または内部で起こる地絡(漏電)事故等からの保護を行う機能で、柱上気中開閉器、避雷器、引込盤、受電盤等により機能が発揮される。

②配電機能

電力会社から受電した電圧を各設備に適した電圧に変換(変圧)し、負荷設備まで電気を 供給する機能で、変圧器盤、電動機盤、低圧配電盤等により機能が発揮される。

③運転操作機能

電気設備が正しく動作しているかを監視し、必要に応じて操作を行う機能で、電流計、電圧計、表示灯、操作スイッチ等により機能が発揮される。

4非常電源機能

電力会社からの受電が停止した場合にも設備を稼動するために、自ら発電し、または蓄えておいた電力を一定時間供給する機能で、発電機盤、非常用発電装置、直流電源装置等により機能が発揮される。

また、電気設備が具備する様々な機能を実現するためには、その機能を発揮する能力である性能を確実に確保する必要がある。

電気設備の性能管理においては、施設利用者等が電気設備に求める能力=要求性能を十分 に理解し、本来的機能のみではなく社会的機能も考慮した上で、適切に要求性能を設定、管 理していく必要がある。

表-10.1.3 に電気設備の機能と性能及び性能指標の例を示す。

また、表-10.1.4~表-10.1.6に各種盤毎の目的・機能及び主な構成機器を示す。

表-10.1.3 電気設備の機能・性能・性能指標の例

機能・性能	汽	性能の内容	性能指標の例	
1)本来的機能		事業目的や電気設備の設置目的などの本来	目的を達成するため、必須となる	
受電機能		固有機能(電気設備に直接求める役割)		
配電機能	設備信	安定して稼働できる性能	長期使用安定性(耐用年数、使	
運転操作機能	頼性	一部機能の停止が全体機能の停止へつな	用時間)、動作・制御確実性(試	
非常電源機能		げない性能	運転による作動状況、故障・整	
		感電・火災等の人命・財産に関わる事故や	備履歴)	
		他の需要家設備に対しての波及事故を防		
		止する性能		
	修復性	災害や経年劣化による機器・部材等の損	修復容易性、損傷・故障時対応	
		傷・故障時において、容易に修復できる性	性(部品調達、予備品)	
		能		
	耐久性	機器・部材等の経年劣化や高頻度の使用に	耐疲労性(機器類の品質、使用	
		対する耐久性能(耐疲労性、耐摩耗性、耐	期間)、耐摩耗性(機構部の摩耗、	
		劣化性、耐腐食性)	開閉回数)、耐劣化性(油脂等の	
			材料の品質、使用期間)、耐絶縁	
			性(絶縁抵抗値、接地抵抗値)	
2) 社会的機能		本来的機能以外の機能で、社会的要求に対	し、適切に貢献する機能	
	経済性	建設費・維持管理費等ライフサイクルコス	建設費、維持管理費等	
		トを低減できる性能		
	環境性	騒音・振動、環境負荷(大気汚染物質の排	騒音・振動・異臭、環境負荷(大	
		出)を低減できる性能	気汚染物質の排出)	
	維持管	施設管理時において、施設管理者及び第三	維持管理安全性(施設管理者、	
	理性	者の人的安全性を確保しながら容易に誤	第三者の人的安全性(進入防護	
		操作なく操作・管理できる性能	柵、危険表示板等)	

【用語の定義】

機 能:目的又は要求に応じて施設が果たすべき役割、働き、行為のこと

性 能:施設が果たす役割(施設の機能)を遂行する能力のこと

表-10.1.4 電気設備の各種盤の目的、機能及び主な構成機器 (1/3)

	盤名称	目的・機能	主な構成機器	備考
	高圧引込盤	電力会社より高圧電源を引込むために設けるもので、盤内部に取引用計器用変成器と 断路器を一括して収納する。【受電機能】	取引用計器用変成器 断路器 電力量計	高圧受電盤と 組合せて使用
受	高圧受電盤	高圧受電回路の開閉及び保護用として盤内 に遮断器を設けるほか、受電状態の監視を 行うために必要な計器を設ける。【受電機 能】	変流器 遮断器 配線用遮断器 過電流継電器 不足電圧継電器 地絡方向継電器 計測機器(電流計、 電圧計)	高圧引込盤と 組合せて使用
西己	引込受電盤	高圧受電回路の開閉及び保護用の遮断器並びに回路区分用の断路器を盤内に設けるほか、受電状態の監視を行うために必要な計器を設ける。【受電機能】	取引用計器用変成器 断路器 電力量計 変流器 遮断器	
電設			配線用遮断器 過電流継電器 不足電圧継電器 地絡方向継電器 計測機器(電流計、 電圧計)	
備	低圧受電盤	電力会社から低圧電源を引込むために設ける。非常用発電機との切替器を設け、また受電状況の把握を行うために必要な計器を設ける。【受電機能】	配線用遮断器 計器用変流器 計測機器(電流計、 電圧計)	
	3kV 変圧器二次引込盤	高圧 6kV を受電し、6/3kV 降圧変圧器で降圧した 3kV の引込盤。【受電機能】	高圧負荷開閉器 高圧進相コンデンサ 零相変流器 計器用変流器 地絡方向継電器 不足電圧継電器 地絡過電圧継電器 計測機器(電流計、 電圧計)	
	主変圧器盤(6/3kV)	高圧 6.6kV を 3.15kV に降圧する変圧器を収納する。【配電機能】	変圧器 高圧負荷開閉器	

表-10.1.5 電気設備の各種盤の目的、機能及び主な構成機器 (2/3)

	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	大阪 備り 古怪 亜ツロ 19、7及形及 0・1、44		Ellis Inc
	盤名称	目的・機能	主な構成機器	備考
	主変圧器盤(6/0.4kV)	高圧 6.6kV を 420V に降圧する変圧器を収納 する。【配電機能】	三相モールド変圧器高圧負荷開閉器	
			低圧ヒューズ 負荷開閉器	
			配線用遮断器 変流器	
			零相変流器 地絡過電流継電器	
			計測機器(電流計、	
)		電圧計)	
	主変圧器盤(6/0.2kV)	高圧 6.6kV を 210V に降圧する変圧器を収納 する。【配電機能】	三相モールド変圧器高圧負荷開閉器	
			低圧ヒューズ 配線用遮断器	
			変流器 計測機器(電流計、	
受			電圧計)	
	補機用変圧器盤	高圧三相 6.6kV または 3.3kV 回路より補機 電源(三相 210V)を供給するための降圧変圧	三相モールド変圧器 高圧負荷開閉器	
配		器を収納する。【配電機能】	低圧ヒューズ 配線用遮断器	
吞			変流器	
電			漏電継電器 計測機器(電流計、	
⇒ n.			電圧計)	
設	照明変圧器盤(一次 400V)	低圧単相 420V または 440V 回路より照明電源(単相210-105V)を供給するための単相変	単相モールド変圧器 配線用遮断器	
備		圧器を収納する。【配電機能】	変流器 低圧ヒューズ	
			計測機器(電流計、 電圧計等)	
	照明変圧器盤(一次 200V)	低圧単相 210V 回路より照明電源(単相 210-105V)を供給するための単相変圧器を	単相モールド変圧器 配線用遮断器	
		収納する。【配電機能】	変流器	
			計測機器(電流計、	
	照明変圧器盤(一次 6kV ま	高圧 6.6kV または 3.3kV 回路より照明電源	電圧計) 電圧計) 高圧負荷開閉器	
	たは 3kV)	(単相210-105V)を供給するための単相変圧	単相モールド変圧器	
		器を収納する。【配電機能】	配線用遮断器 漏電継電器	
			変流器 低圧ヒューズ	
			計測機器(電流計、電圧計等)	
	照明変圧器盤(一次 400V、	低圧三相 420V または 440V 回路より補機電	単相モールド変圧器	
	三相及び単相変圧器)	源(三相 210V)及び照明電源(単相 105V)を 供給するための変圧器2台を収納する。【配	三相モールド変圧器 配線用遮断器	
		電機能】	漏電継電器 変流器	
			低圧ヒューズ	
			進相コンデンサ 電磁接触器	
			計測機器(電流計、電圧計等)	
Ц			电川司 守/	

表-10.1.6 電気設備の各種盤の目的、機能及び主な構成機器(3/3)

	•			/#: +r.
	盤名称	目的・機能	主な構成機器	備考
	高圧電動機盤	高圧電動機の一次開閉及び保護用として高 圧コンビネーションスターターを設け、ま た電動機運転状況の把握を行うために必要	電磁接触器 電力ヒューズ 進相コンデンサ	
動		な計器を設ける。【配電機能】	保護継電器 計器用変流器 計測機器(電流計、 電圧計)	
カ	低圧電動機盤	低圧の主ポンプ電動機の一次開閉及び保護 用として設ける。【配電機能】	配線用遮断器 電磁接触器 進相コンデンサ	
設備			保護継電器 計器用変流器 計測機器(電流計、 電圧計)	
7113	低圧補機電動機盤	低圧の補機電動機を機側で制御するための 主回路用品及び制御回路用品を収納し、さ らに必要な計器、スイッチ、表示器等を設 ける。【配電機能】	配線用遮断器 電磁接触器 熱動形継電器	
	コントロールセンタ	受配電設備より供給された低圧電源を各負荷に給電するとともに、運転制御を行う。 【配電機能】	配線用遮断器 電磁接触器 熱動形継電器	
配電設備	低圧分岐盤	変圧器盤内に配線用遮断器を収納できない場合、変圧器二次側の配線用遮断器を収納する。【配電機能】	配線用遮断器 電磁接触器 進相コンデンサ 計器用変流器 計測機器(電流計、 電圧計)	
運転	自立ゲート操作盤(機側操 作盤)	電動ゲートの制御用として設置する。駆動 用の動力回路及び操作制御用器具を収納す る。【運転操作機能】	配線用遮断器電磁接触器保護継電器単相変圧器計器用変流器計測機器(電流計、電圧計)	機側操作盤はゲート設備の執務参考資料対応とする
操	補助継電器盤	主ポンプおよび補機の連動制御及び保護を 行うための器具類を格納する。低圧補助電		
作設		動機盤などに補助継電器を収納する場合は 本盤が不要な場合もある。水位または水量 を一定に制御する自動制御を行う場合の制		
備		御器具は含まれない。別途自動制御盤を設ける必要がある。【運転操作機能】		
	計装盤	水位または流量の記録計等を取付けるため の盤。中央操作室に設置される。【運転操作 機能】		
非常用発電設備	自家発切替盤	低圧負荷及び照明等、停電時でも非常用発電装置(自家発)の電源を供給するために設ける。【非常電源機能】	配線用遮断器 電磁接触器 進相コンデンサ 計器用変流器 計測機器(電流計、 電圧計)	
直流電源設備	直流電源装置	常用電源が停電した場合などの非常時に負荷設備に電力を供給するための電源装置。 受変電設備、自家発設備、負荷設備等の監視、制御・計装・非常照明・機関始動用の電源として用いられる。【非常電源機能】	蓄電池 充電器 負荷電圧調整装置	

また、電気設備の各種盤を構成する「構成機器」はその電気的機能から大きくは次の4つ の種類に分類される。

①電気回路を開閉及び保護する機器 (開閉・保護機器)

電気を受電・変電して負荷に送っている電気回路を、運転中に必要に応じて開く、あるいは閉じる機能を有する機器であり、電気回路の中で最も重要な機器である。

開閉機器には、電気回路の中で必要な部分だけを切り放す場合のみ使用し、負荷電流が流れている際には切り放すことのできない断路器、事故による信号を検出して自動的に電気回路を開いて負荷となる機器を保護する開閉機器として、短絡電流のような大電流を遮断する遮断器などがある。

また、ヒューズや決められた量以上の電流が流れたときに動作する継電器も関連する。

②電力を負荷に適した大きさに変える機器(電力調節機器)

電力会社から送られてくる電力を、使用する機器(負荷)に適した電圧の大きさに変えて供給する機器である。電圧を変える変圧器や、電気回路の力率を改善する進相コンデンサなどがある。

また、電気回路の電圧・電流・電力などを測定するための計器用変成器なども含まれる。

③監視や操作の働きをする機器(監視操作機器)

設備が正しく動作しているかを監視する機器である。電圧計、電力計、電流計などの指示測定器や機器の状態を知らせる表示灯などの監視機器がこれにあたる。このほかスイッチ類や開閉器の制御をする制御用継電器も含まれる。

④各機器を接続し電気を送る機器(電気伝導機器)

受電・変電した電気を各機器に接続して負荷まで電気を伝導する機器で電線やケーブル、電線を保護する管やダクト等があげられる。

表-10.1.7~表-10.1.11 に各構成機器や部位の役割及び主な劣化要因の例を示す。

表-10.1.7~表-10.1.11 の記号及び図記号については JIS で定められている記号であり、電気設備の設計にあたり作成する単線結線図(電気機器全般の系統と電気的接続関係の構成を簡単に単線で示した接続図)に用いられている。

また、電気設備全体の構成イメージと単線結線図を用いた機器の構成のイメージを図-10.1.5、図-10.1.6 に整理したので参照されたい。

表-10.1.7 電気設備に使用される主な記号と構成機器の役割(1/5)

種類	記号	構成機器の名称	図記号	動作と役割	主な劣化要因
	СВ	遮断器 (真空遮断器)	*	電流の遮断を行なう機器で、通常の状態に おける電気回路の開閉ができるほかに、短 絡電流等過酷な異常電流を開閉する能力を 持っている。保護継電器が異常を検知した ときに、遮断器が異常個所を迅速確実に健 全な電路から切り離す機能を持つため、最 も信頼性を必要とする機器の1つである。	電気的要因 機械的要因 熱的要因 環境要因
	DS	断路器		断路器は文字通り「電路のつながりを断つ機器」であり、ジスコンとも呼ばれる。電流を開閉することは不可能であるため、通常前後の遮断器とインターロックをとって誤操作を防いでいる。 接続部分の開閉状態を直接目視で確認でき、保守点検作業時に安全確実に電路を切り離す機器として設置される。	電気的要因 機械的要因 環境要因
開閉・保護機器	MCCB	配線用遮断器	*	交流 600V 以下または直流 250V 以下の電路 及び電動機等の機器の保護に使用され、通 電状態で手動や電動操作により開閉するこ とができる。短絡電流や過負荷電流が流れ た場合に自動的に回路を遮断して機器を保 護する。 分岐回路や個々の負荷機器に対して用いら れる。	電気的要因 機械的要因
	LBS	負荷開閉器 (ヒューズ付き)		負荷開閉器は、高圧機器の負荷電流の開閉を行うものであり、開閉頻度の少ない個所に使用される。主に、主変圧器や補機用変圧器、照明用変圧器の一次側に使用される。電力ヒューズと一体に組合わせた負荷開閉器があり、これを、ヒューズ付負荷開閉器と言い、1台で断路器、気中負荷開閉器と言い、1台で断路器、気中負荷開閉器、電力ヒューズの3つの機能を備えた開閉器で、経済的な遮断装置として用いられることがある。	電気的要因 機械的要因 環境要因
	LA	避雷器	T T	電力会社の配電線路から侵入する雷サージ や故障時の異常電圧の発生に対して、需要 家側の機器を守るために設置される。 サージ電圧を避雷器が持つ制限電圧以下に 抑制し、機器の破損や絶縁物の損傷を防ぐ。	電気的要因環境要因

[本表は「H21年度ストックマネジメント高度化事業 電気設備・水管理制御設備機能診断調査及び評価手法等検討業務 報告書」の表 4.4.1 他と電気設備計画設計技術指針(高低圧編)より本執務参考資料用に再編集したもの]

表-10.1.8 電気設備に使用される主な記号と構成機器の役割(2/5)

種類	記号	構成機器の名称	図記号	動作と役割	主な劣化要因
	PF	電力ヒューズ		過負荷電流、短絡電流を遮断するための機器で、ヒューズエレメントが流れる電流により発熱し、溶けて遮断される。 現在用いられる電力ヒューズは事故電流を抑制する機能(限流)を有しており、電力ヒューズと高圧電磁接触器を組合せて、電動機の開閉にも用いられる。	電気的要因環境要因
	OCR	過電流継電器	— <u> </u>	回路で過負荷、短絡が生じた時に、それを 検出して遮断器に遮断指令を出して遮断→ 停電させて事故を除去する。 過電流継電器は一定以上電流が流れた時に 動作する継電器である。 過負荷故障については限時要素、短絡故障 については瞬時要素で保護する。	電気的要因
開閉	OCGR	地絡過電流継 電器	— <u>[</u> <u>1</u> <u>÷</u> >]—	地絡事故時に発生する過電流を検出し、遮 断器に遮断指令を出して遮断→停電させて 事故を除去する。	電気的要因
閉・保護機器	OVGR	地絡過電圧継電器	— <u>[U</u> ±>]—	地絡事故時に発生する過電圧を検出し、遮断器に遮断指令を出して遮断→停電させて事故を除去する。	電気的要因
	DGR	地絡方向継電器	<u> </u>	継電器の検出位置から一方に発生した地絡 を検知する	電気的要因
	OVR	過電圧継電器	U >	発電機の故障等による電圧の急上昇が 生じた時に、それを検出して遮断器に遮断 指令を出して遮断→停電させて事故を除去 する。	電気的要因
	UVR	不足電圧継電器	— U <	停電か短絡事故による電圧低下が生じた時に、それを検出して遮断器に遮断指令を出して遮断み停電させて事故を除去する。	電気的要因

表-10.1.9 電気設備に使用される主な記号と構成機器の役割(3/5)

種類	記号	構成機器の名称	図記号	動作と役割	主な劣化要因
	ZCT	零相変流器		受配電設備の主回路の地絡事故時に流れる 零相電流を取り出す機器である。取り出し た零相電流は、地絡保護継電器に供給する。 地絡事故が発生すると、負荷への電流の大 きさが行きと帰りで異なり、差が出るため、 この差により零相変流器に磁力が生じて二 次側に電流が流れ地絡を知らせるものであ る。	電気的要因
	PAS	柱上気中開閉器		高圧引込の引込回線に設ける開閉器で、電力会社と需用家の区分開閉器として使用する。引込柱上に設置し、手動開閉操作を行う。また、地絡保護機能を有する。	電気的要因機械的要因
開閉·保護機器	MC	電磁接触器	d	短絡電流のような過酷な異常電流の開閉はできないが、通常の電流開閉については、 遮断器より開閉寿命が長い。電力用ヒューズと組み合わせたものはユニットタイプとなり、遮断器と同等の遮断能力を持つことができるため、電動機回路等のように頻繁に開閉を行う箇所に使用される。	電気的要因 機械的要因 環境要因
	MS	電磁開閉器		過電流機能を備えた電磁接触器の総称。お もに電動機のスイッチとして使用される。 電磁力を使うため遠隔操作が可能であるほ か、停電したとき自動的に電動機を切り離 すことができる。	電気的要因
	2ER	過負荷・ 欠相継電器 (2E リレー)	<u>*</u>	三相誘導電動機用の保護継電器。過負荷・ 欠相を検出する。	電気的要因
	3ER	過負荷・欠相 ・反相継電器 (3E リレー)	— 3 E —	三相誘導電動機用の保護継電器。過負荷・ 欠相・反相を検出する。水中ポンプ等で回 転が見えないものは本機器が使用される。	電気的要因

表-10.1.10 電気設備に使用される主な記号と構成機器の役割(4/5)

種類	記号	構成機器の名称	図記号	動作と役割	主な劣化要因
	T	変圧器 (屋外)		高圧受電電圧 6,600V を使用電圧である 105V、210V などの低電圧に変成するための 機器である。 電灯、コンセント回路などに電気を供給する単相変圧器やモータなどに電力を供給する三相変圧器がある。	電気的要因 熱的要因 環境要因
雷	SC	コンデンサ	丰	力率を改善するため回路に入れる。	電気的要因
電力調節機器	VCT	電力需給用 計器用変成器	× VCT	電力量を測定するために高電圧・電流を低電圧・電流に変えて電力量計に送る。	電気的要因
	VT (PT)	計器用変圧器	T T	電圧計や継電器を動作させるために主回路 の高電圧を低電圧へ変成する。	電気的要因
	СТ	変流器		電流計や継電器を動作させるために主回路の大電流を小電流へ変成する。	電気的要因
	SL	表示灯	\otimes	装置の動作状態を知らせる。	電気的要因
監視操	AM	電流計	-(A)	回路に流れる電流を測定する。	電気的要因
監視操作機器	VM	電圧計	− (V)	回路に流れる電圧を測定します。	電気的要因
	WHM	電力量計	Wh	回路で消費する電力量を測定する。	電気的要因

表-10.1.11 電気設備に使用される主な記号と構成機器の役割(5/5)

種類	記号	構成機器の名称	図記号	動作と役割	主な劣化要因
	PFM	力率計	$\cos \theta$	回路の力率の測定をする。	電気的要因
監視操作機器	AS	電流計切替スイッチ	*	電流計動作の切替えをする。 電流計と組合せ使用される。	機械的要因
	VS	電圧計切替ス イッチ	*	電圧計動作の切替えをする。 電圧計と組合せ使用される。	機械的要因
	WM	電力計	W	回路の電力の測定をする。	電気的要因

表中の※を付した記号はJISでは規定されていないが慣例として使用しているものを示す。

(参考) 単線結線図と計装フロ一図

電気設備の設計に当たり作成する図面には、配電盤外形図、単線結線図、計装フロー図、 構内図、配線図等がある。このうち、機能診断調査時に最低限必要となるのが機器の構成や 制御の流れを表した「単線結線図」と「計装フロー図」である。

【単線結線図】

単線結線図は、"電気機器全般の系統と電気的接続関係の構成を、簡単に単線で示した接続図"と定義されており、電気系統の主回路を主体に主要電気機器を JIS に定める記号で表し、その相互の接続関係を単線で単一の実線で表されている。

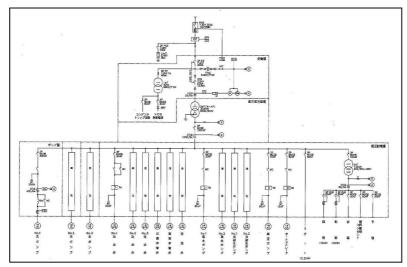


図-10.1.3 単線結線図の例

【計装フロー図】

計装フロー図は、水利施設の計測、制御の流れを表したもので、フローシートとも呼ばれている。計測制御記号は国際的な標準統一電気信号を用いて表現される。なお、計装フロー図は計装設備(水位、水量、位置等の物理量の計装装置及びこれらの測定結果を用いて水位制御や流量制御等を行う制御装置の総称。検出器、変換器、記録計等)が多く、計装盤を設ける場合に作成される。

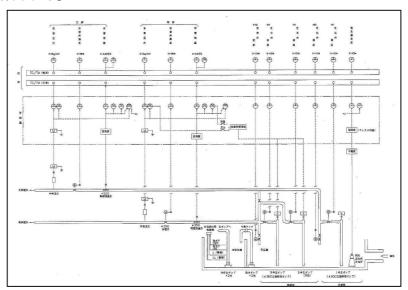
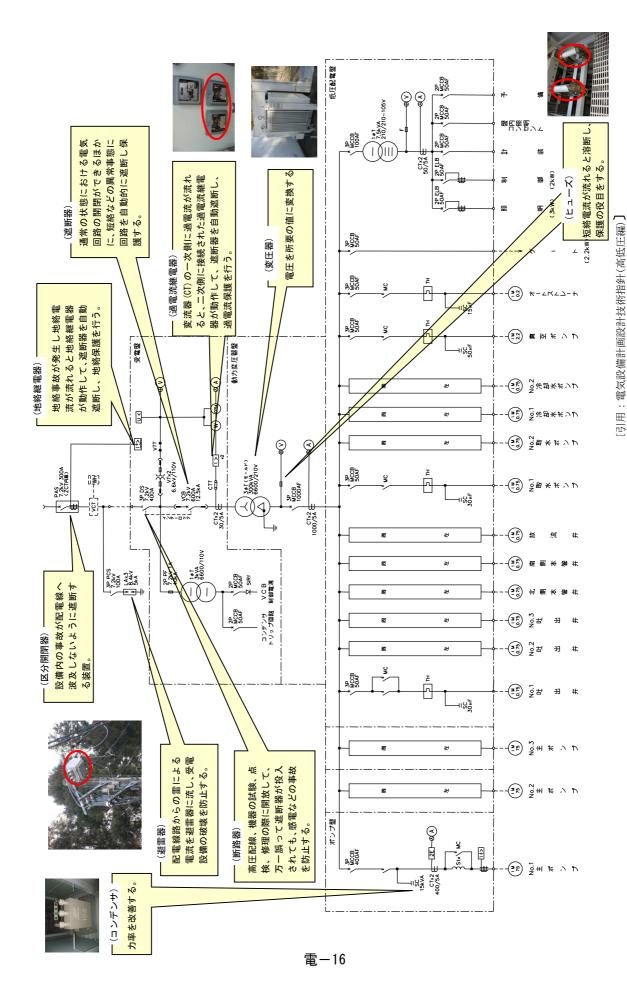
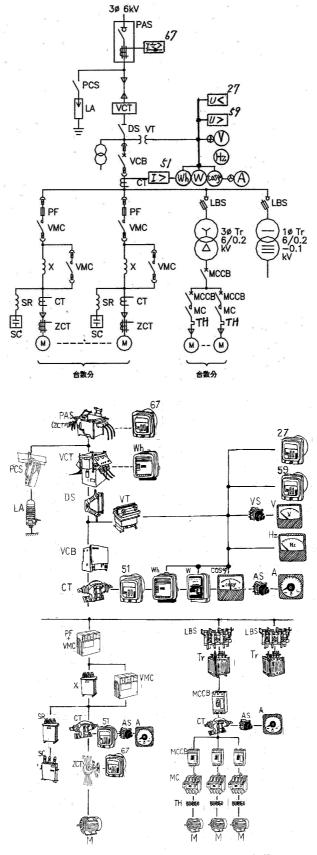


図-10.1.4 計装フロ一図の例





記号については表-10.1.7~表-10.1.11 を参 [出典:農業土木機械化協会 e ラーニング資料]

図-10.1.6 単線結線図例と機器構成イメージ

(参考) 電気設備の保護と事故

【電気設備の保護】

電気設備には、電気系統、電気機器の異常状態をすみやかに検出し、異常箇所を回路から切り離すことにより、人身の安全確保、設備の保護を図るとともに、異常の波及を防ぎ、電気供給信頼度を向上させるため、地絡方向継電器や過電流継電器等の保護継電器が用途別に設置される。

なお、受電設備において、保護の対象は引込口の責任分界点以降から受電用変圧器までとなっている。受電設備の受電点より負荷側で短絡、地絡など電気的事故が発生したとき、速やかに受電遮断器または区分開閉器 (PAS) を開路して、電力会社の配電系統や他の需要家に影響を及ぼさないことが必要となる。また、他の需要家で地絡事故が発生した場合のいわゆる「もらい事故」による誤動作をおこさないよう留意する。

負荷設備においては、表-10.1.12に示すとおりの保護方式が採用されている。

保護対象 過負荷 短絡 地絡 不足電圧 変圧器 а 0 進相コンデンサ 0 b 電動機 0 0 \circ 0* d その他の配電回路

表-10.1.12 構成機器の保護一覧

注)*印の継電器は受電機側の不足電圧継電器と兼用する

〔出典:電気設備計画設計技術指針(高低圧編)2.7.2 負荷設備の保護方式〕

【電気設備の事故】

上述のとおり、電気設備では事故が発生しないよう様々な保護が図られているが、保護が不十分な場合や保護機器の性能低下により発生する電気設備の主な事故を表-10.1.13 に示す。

表-10.1.13 電気設備の主な事故

事 故	概 要
過負荷	機械の可動部や電気回路・電子回路などに許容以上の負荷が加わる状態。また、その負荷。
短絡	電源や電気回路において、電圧の生じている2点間をきわめて低い抵抗の導線でつなぐこと、またはそのような状態をいう。ショートともいう。電圧を生じている発電機や電気回路などが短絡されると、大電流が流れて発電機や回路などを焼損するおそれがある。
地 絡	電路と大地との間の絶縁が極度に低下して、その間がアーク(火花)または導体によってつながること。地絡は、物を介して起こる漏電と、人体を介して起こる感電とに分けられる。地絡が生じると電路や機器の外部に危険な電圧が現出したり、危険な電流が流れることがある。

(1) 電気設備の劣化要因と現象

電気設備の劣化要因には、電気的、機械的、化学的、熱的、環境、その他の要因がある。 劣化要因別の代表的劣化現象を次に示す。

a. 電気的要因

- (a) 部分放電に伴う絶縁劣化
- (b) 開閉サージ※、雷サージ等の異常高電圧による絶縁劣化
- (c) 局所的電界部での部分破壊による絶縁劣化

※サージ:電気系統などに異常に高い電圧が瞬間的に発生する現象



落雷で黒こげになった柱上気中開閉器

b. 機械的要因

- (a) 回転部、摺動部、接触部の摩耗による通電不良、開閉不能
- (b)機械的衝突、機械的負荷の繰り返しによる疲労(き裂、破損)による通電不良
- (c) 引張、曲げ、ねじれ応力によるひずみ等による通電不良、絶縁劣化

c. 化学的要因

(a) 有害物質(腐食性ガス等)による腐食を起因とした絶縁劣化

d. 熱的要因

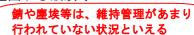
- (a) 発熱による絶縁物の劣化
- (b) 発熱による変形、ひずみによる通電不良や絶縁劣化
- (c)過大電流、電流開閉時のアーク放電による局部的溶融、溶着



ヒューズが加熱変色

e. 環境要因

- (a) 気象条件(温度変化(季節、昼夜等)、凍結等)に起因する破壊等
- (b) 日光 (紫外線)、酸素 (オゾン) による劣化
- (c)湿気等による絶縁劣化





錆の発生 (柱上気中開閉器)



錆の発生(計器盤)



機側操作盤内に塵埃



通気ファン部に埃が付着



ケーブルピット内の水溜まり



配電盤内のパッキンの 剥がれ・劣化

f. その他要因

注意して点検する必要がある

(a)ネズミ等による食害、蛇の盤内侵入によるショート





柱上気中開閉器内部に鳥の巣 下の写真は清掃後



負荷開閉器に蛇



トランス上部にネズミ



配電盤の下部が腐食し、 隙間からツルが侵入



天井から電気室内へ雨漏り



盤表示部のランプ切れ (点灯しない部分)



変圧器の絶縁油の劣化油と新油

(2) 電気設備の構成機器・部品の劣化のプロセス

構成機器等に生じる一つの劣化現象でもその要因は様々である。

機能保全対策を検討する上では、その要因を明らかにしておくことが必要となる。そこで、 主な機器の劣化要因と劣化現象のプロセスを図-10.1.7~図-10.1.10 に示す。

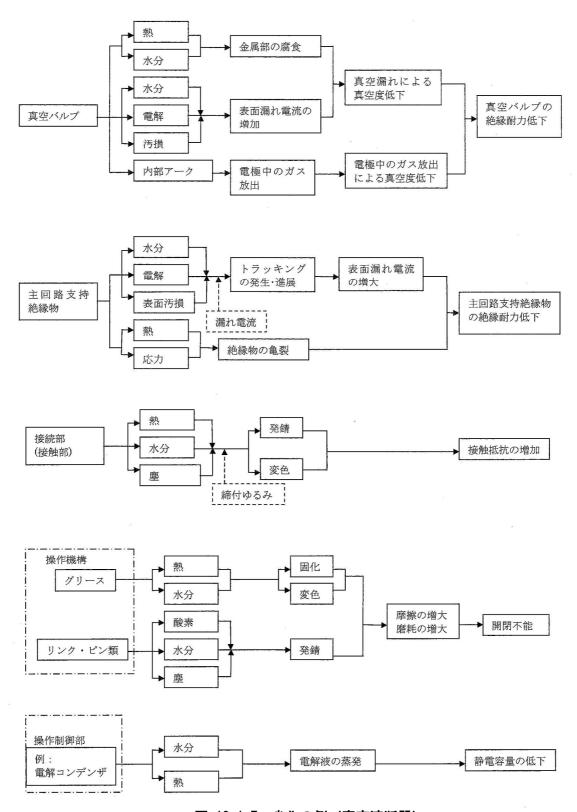


図-10.1.7 劣化の例(真空遮断器)