

制御盤内の電線接続方式 ～端子・締付具の課題と対応～

2023 年（令和 5 年） 3月 31日 発行



一般社団法人日本電機工業会

一般社団法人日本電気制御機器工業会

電線接続2030JWG

制御盤内の電線接続方式

白紙

目次

	ページ
1 はじめに	3
2 電線接続の種類	5
2.1 電線接続方式の多様化	5
2.2 電線の種類	6
2.3 締付具の種類	15
2.4 関連規格一覧	25
2.5 電線端末処理と締付具との組合せ	25
3 電線接続方式の選定	27
3.1 制御盤のライフサイクルと電線接続	27
3.2 電線接続方法の多様化による部品種類の増加	27
3.3 作業時間・作業工数	28
3.4 電線接続方式の混在	29
3.5 マークチューブの選択	29
3.6 内線と外線サイズへの適応	31
3.7 接続における信頼性の確保	34
4 おわりに	38
5 電線接続2030JWG委員構成表	39

まえがき

この資料は、著作権法で保護対象となっている著作物である。他社の著作物などから引用された図、画像、文章など（以下、引用コンテンツ）について、その著作権は、それぞれの引用箇所に名称が標記された法人など（以下、引用元法人など）に帰属する。また、引用コンテンツの内容や、それが引用されたことにより本文に加わった意味、内容などについて、引用元法人などは、その正確性、有用性、确实性その他の保証をするものではなく万一何らかの損害が発生したとしても、引用元法人などは、一切責任を負わない。

この資料の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。一般社団法人日本電機工業会及び一般社団法人日本電気制御機器工業会は、このような特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

一般社団法人日本電機工業会又は一般社団法人日本電気制御機器工業会のいずれかから改正又は廃止の提案があった場合には、関連技術専門委員会又はその上層委員会で検討し、双方の合意を持って改正又は廃止を決定する。

制御盤内の電線接続方式

～端子・締付具の課題と対応～

1 はじめに

近年、国内製造業各社の生産現場では、市場のグローバル化や最終製品の多様化など、多くの環境変化に合わせて生産設備の高機能化が求められており、それに呼応する形で制御盤に搭載される制御機器や電力管理機器などのFA機器も増加し、膨大な配線で作業が複雑化している。

実際に、制御盤製造工程において、電線の接続作業は多くの工数を占める。図1のように電線加工・配線の工数が半分以上を占めるというデータもある。プログラマブルコントローラ(PLC)や補助リレーを収納する制御盤は、接続に使用する電線が500本以上になることもあり、その場合は、電線の機器への接続箇所は1 000箇所以上となる。

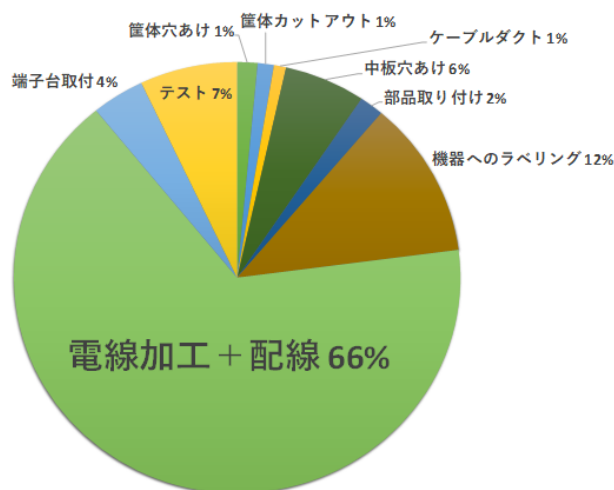


図1 制御盤製造における工数分析（ドイツにおける産学連携による調査）

(出典: EPLAN 制御盤製造4.0*)

一方、国内労働力の観点で見れば、少子高齢化に伴い、製造業の根幹である技術者／技能者の減少が進行し始めており、制御盤業界においても例外ではなく、各専門分野の担い手や技能者を十分に確保できず、人手不足が慢性化している。このような状況において、作業量が多い制御盤内の電線接続の効率化は制御盤製造の課題の一つとなっている。

電線接続方式には多くの種類があり、新しい種類の電線接続用の締付具を具備した制御盤内機器も国内で販売されている。そのため、制御盤製造における電線接続の課題を整理し、制御盤の製造・保守・据付に関わる者が正しい電線接続の知識を得ることが必要な時期にあるとの見地から、関連業界団体や製造者などからなるジョイントワーキンググループ“電線接続2030JWG”を立ち上げ、制御盤製造に携わる他の分野の工業会の意見も得ながら、この資料を作成した（図2参照）。

* EPLAN 制御盤製造4.0/工作機械及び設備設計の制御盤の設計・製造におけるデジタル化と自動化の可能性に関する研究（Institute for Control Engineering of Machine Tools and Manufacturing Units, University of Stuttgart, 30.April 2017） 平均的な制御盤内の部品数と部品ごとの作業時間に関する資料を基に電線接続2030にて算出、グラフ化した。ドイツにおける分析結果であるが、我が国においても同等と思われる。

制御盤内の電線接続方式

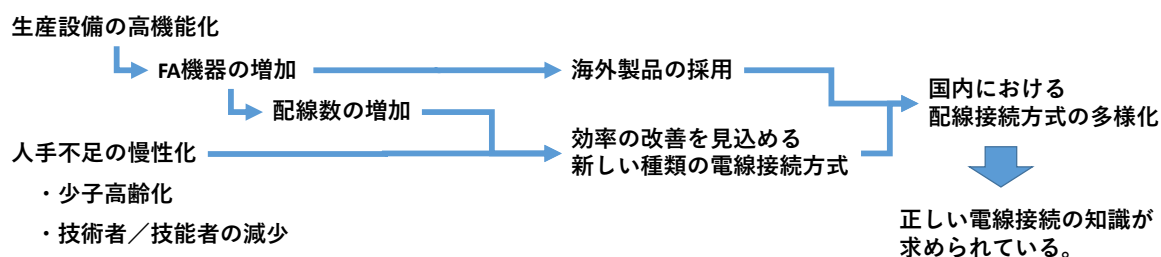


図2 この資料作成の背景及び目的

このジョイントワーキンググループに参加した関連業界団体は、次のとおりである。構成員の詳細は、5章の“電線接続2030JWG委員構成表”を参照。

- 日本電機工業会(JEMA)
 - JEMA端子技術専門委員会
 - JEMA制御装置技術専門委員会(制御装置を所轄)
 - JEMA配電制御盤・制御盤技術専門委員会
- 日本配電制御システム工業会(JSIA)
- 日本電気制御機器工業会(NECA)
 - NECA接続機器技術専門委員会(端子台を所轄)

この資料で扱う電線接続方式は、制御盤内における電線と機器とを接続する方式を指しており、主に電線、端子、締付具から構成される。

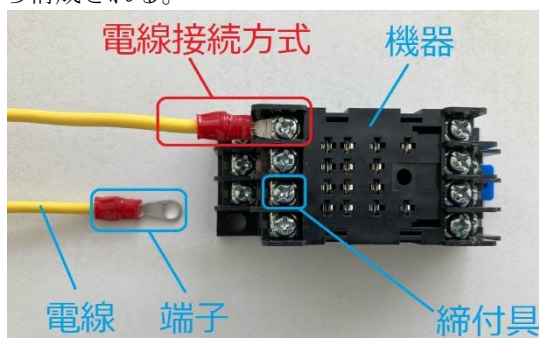


図3 この資料で扱う電線接続方式の例

2章では、制御盤内の電線接続に使用される主な接続方式についてまとめ、3章では、制御盤のライフサイクルを踏まえた課題と現状の対応策についてまとめた。

2 電線接続の種類

2.1 電線接続方式の多様化

電線接続は、当初、電線同士を直接はんだ付けして接続していた。その後ははんだに頼らない新しい方法として圧着端子が米国で開発された。

欧州では、ねじが脱落しない、金属部分に人が直接触れにくいなどの利点から圧着端子を用いない押締式（クランプ式）が主流となった。

1950年代になると日本においても米国で主流となっていた圧着端子による接続が普及し、圧着端子をねじで接続する方法（ねじ式、スタッド式）が主流となった。信頼性確保も当該方式に適した方法が考案された(作業者による締付状態の目視確認、締付合マーク、増締めなど)。




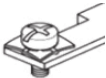








年代	日本	欧州
～1950年代	電線を機器にはんだなどで接続	電線を機器にはんだなどで接続 圧着端子を用いない押締方式
1950年代～	圧着端子を使用する接続方式が主流  ねじ式  スタッド式	 押締式
現在	接続方式が多様化  ねじ式  スタッド式  押締式  プッシュイン式  ケージ式  ラグ式  タブ式  ラッピング式  圧接接続式	

図3 日本及び欧州における電線接続方式の変遷

上記のような経緯により、日本における制御盤内の電線接続は、電線を直接接続する方法ではなく、電線端末に圧着端子を介して接続する方法が広く採用されている。なお、圧着端子の種類は、電線を接続する機器仕様により決定される。従来、我が国では、ねじにより圧着端子と機器とを接続するねじ式締付具を具備する機器が主流を占めていたが、近年、ねじを用いないねじなし式締付具を具備した機器も増加し多様化してきている。

ねじなし式締付具を具備した機器を使用することで作業性が向上することも報告されており[†]、今後、懸念される人手不足対策としても注目されてきている。

多様化する制御盤内の電線接続方法を正しく理解するために、この章では制御盤内で使用される電線と電線を接続する締付具について、定義、規格、特徴、用途などを説明する。

なお、制御盤内の用途及び製品有無は、電線接続2030JWGの参加メンバーが所属する社においての調査結果であることを前提としている。

[†] 一般社団法人 日本配電制御システム工業会 報告書 “制御盤製作の省コスト化の調査研究 # 1 配線接続の合理化に関する調査報告書” 平成26年10月

2.2 電線の種類

電線には、端子で末端処理をしていない末端未処理導体（図4）と、端子で末端処理した末端処理導体（図5）とがある。末端未処理導体は電線自体、末端処理導体は圧着端子について説明する。




種類	単線	より線	可とうより線
画像			
箇条	2.2.1.1	2.2.1.2	2.2.1.3

図4 末端未処理導体（電線）






種類	丸形端子	Y形端子	平形接続端子	棒端子	ブレード端子	フェルルール端子
画像						
箇条	2.2.2.1	2.2.2.2	2.2.2.3	2.2.2.4	2.2.2.5	2.2.2.6

図5 末端処理導体(圧着端子)

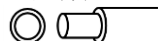
2.2.1 末端未処理導体

2.2.1.1 単線

a) 定義

1本の素線で構成されている導体。JIS C 8201-1では、単線導体としている。

b) 画像／写真



c) 関連規格

JIS C 3664:2007のクラス1, IEC/TR 60344, JIS C 3307の付表1, JIS C 3317の付表1

なお、JIS C 8201-1においては、「単線導体は、JIS C 3664:2007のクラス1, 又はIEC/TR 60344若しくはAWG/kcmilの同等品として定義されたものである。」と国際規格整合化JISによるIEC製品について記述されている。一方、国内で普及している代表的なJIS製品の単線の構造は、JIS C 3307の付表1及びJIS C 3317の付表1に定義されている。また、アメリカ向けでは、AWG/kcmilにおける同等品が用いられる。

d) 特徴

同じ外径のより線に比べ、曲げ半径が大きい。曲げ性能はその形状を保持する用途に優れている。

e) 用途

曲げ半径が大きいため、我が国では、制御盤内配線での使用は少ない。

2.2.1.2 より線

a) 定義

多数の素線から成り、全体又は一部の導体をより合わせた導体。JIS C 8201-1では、より線導体としている。

b) 画像／写真



c) 関連規格

JIS C 3664:2007のクラス2, IEC/TR 60344, JIS C 3307の付表2, JIS C 3317の付表2

なお、JIS C 8201-1においては「より線導体は、JIS C 3664:2007 のクラス2, 又はIEC/TR 60344若しくはAWG/kcmil の同等品として定義されたものである。」と国際規格整合化JISによるIEC製品について記述されている。一方、国内で普及している代表的なJIS 製品のより線の構造は、JIS

C 3307の付表2及びJIS C 3317の付表2に定義されている。また、アメリカ向けでは、AWG/kcmilにおける同等品が用いられる。

d) 特徴

単線に比べて曲げやすく、柔軟性がある。

e) 用途

制御盤内の主回路、制御回路、接地回路に広く使用されている。

2.2.1.3 可とうより線

a) 定義

多数の細線をもつより線であって、柔軟性があり曲げやすい導体。JIS C 8201-1では、可とう導体としている。

b) 画像／写真



c) 関連規格

JIS C 3664:2007 のクラス5又はクラス6、IEC/TR 60344、JIS C 3316の付表1

なお、JIS C 8201-1においては「可とう導体は、JIS C 3664:2007 のクラス5 若しくはクラス6、又はIEC/TR 60344 若しくはAWG/kcmil の同等品として定義されたものである。」と国際規格整合化JISによるIEC製品について記述されている。一方、国内で普及している代表的なJIS 製品の可とうより線の構造は、JIS C 3316の付表1に定義されている。また、アメリカ向けでは、AWG/kcmilにおける同等品が用いられる。

JIS C 3316の付表1では、14 mm²以下の特性が規定されている。

d) 特徴

素線数がより線に比べて多く、より柔軟性がある。

e) 用途

柔軟性に優れているため、制御盤内の主回路、制御回路、接地回路に広く使用されている。

2.2.2 端末処理導体

電線を機器に接続するときに電線と締付具との接続及び導通を安定させるために電線に端子を取り付け、端末処理を行う。制御盤内に使用される端子には次の種類がある。

2.2.2.1 丸形端子

a) 定義

端子の筒部に電線の芯線（電線導体）を差し込み、専用工具で圧着して電線を固定する。舌部はねじで固定するために穴が開いており、締付具に固定する。近隣の導体との短絡を避けるために筒部に絶縁体を取り付けられたものもある。

b) 画像／写真



裸端子

絶縁体付端子

c) 関連規格

JIS C 2805

d) 特徴

締付具と電線とを接続する場合に広く用いられている。

ねじが緩んでも完全に外れない限りは抜けることがない。

2つの端子を1つの締付具に接続することがある（舌部は同じサイズにするのが望ましい）。

流通している丸形端子の種類及び対応電線は、表1及び表2のとおりである。

**表1 制御盤内における丸形端子及び電線サイズの組合せ
(より線及び可とうより線で使用)**

電線太さ (mm ²)	製品種別	
	より線及び可とうより線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
8 ~ 325	○	×
0.2 ~ 5.5	○	○
0.05 ~ 0.12	△	×
○:一般的な製品, △:特殊な製品, ×:製品がない		

表2 制御盤内における丸形端子及び電線サイズの組合せ (単線で使用)

電線太さ (mm)	製品種別	
	単線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
φ 1.0 ~ φ 5.0	○	×
○:一般的な製品, △:特殊な製品, ×:製品がない		

e) 用途

制御盤内の主回路, 制御回路, 接地回路に広く使用されている。

2.2.2.2 Y形端子

a) 定義

端子の筒部に電線の芯線(電線導体)を差し込み, 専用工具で圧着して電線を固定する。舌部にねじで固定するためのY字の溝があり, 締付具に固定をする。近隣の導体との短絡を避けるために筒部に絶縁体を取り付けられたものもある。

b) 画像/写真



裸端子

絶縁体付端子

c) 関連規格

—

d) 特徴

締付具のねじを完全に外さなくても電線の取付け及び取外しが可能である。2つの裸端子を1つの締付具に接続することがある(舌部は同じサイズにするのが望ましい)。流通しているY形端子の種類及び対応電線は, 表3及び表4のとおりである。

**表3 制御盤内におけるY形端子及び電線サイズの組合せ
(より線及び可とうより線で使用)**

電線太さ (mm ²)	製品種別	
	より線及び可とうより線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
8 ~ 14	○	×
0.2 ~ 5.5	○	○
0.05 ~ 0.12	△	×
○:一般的な製品, △:特殊な製品, ×:製品がない		

表4 制御盤内におけるY形端子及び電線サイズの組合せ（単線で使用）

電線太さ (mm)	製品種別	
	単線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
φ 1.0 ~ φ 3.2	○	×

○:一般的な製品, △:特殊な製品, ×:製品がない

e) 用途

制御盤内の主回路, 制御回路, 接地回路に広く使用されている。

2.2.2.3 平形接続端子

a) 定義

電線の芯線を端子の筒部（芯線圧着部）に、電線の被覆を電線被覆圧着部に差し込み、専用工具で筒部（芯線圧着部）及び筒部（電線被覆圧着部）を同時に圧着して固定する。筒形状（絶縁体なし）では、電線被覆圧着部は存在せず、電線の被覆は圧着しない。

結合部は専用の平形端子に接続する。

b) 画像/写真



c) 関連規格

JIS C 2809

d) 特徴

工具を用いなくとも電線接続ができ、着脱が容易である。結合部の接続先は、JIS C 2809に規定されたメーラタブの寸法に合わせる必要がある。

流通している平形接続端子の種類及び対応電線は、表5のとおりである。

表5 制御盤内における平形接続端子及び電線サイズの組合せ

電線太さ (mm ²)	製品種別	
	より線及び可とうより線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
8	○	×
0.75 ~ 5.5	○	○
0.2 ~ 0.5	○	×

○:一般的な製品, ×:製品がない

e) 用途

制御盤内の3.5 mm²程度以下の比較的細い電線の主回路, 制御回路の電線接続に用いられる。

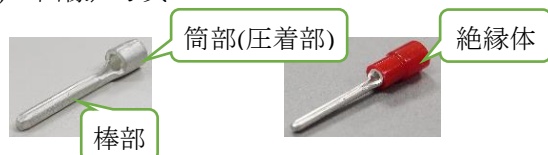
2.2.2.4 棒端子

a) 定義

端子の筒部に芯線（電線導体）を差し込み、専用工具で圧着して電線を固定する。棒部は丸い断面の棒状で、接続先で棒部が動かないように固定する。近隣の導体との短絡を避けるために筒部に絶縁体に取り付けられたものもある。

制御盤内の電線接続方式

b) 画像／写真



裸端子

絶縁体付端子

c) 関連規格

—(JEM規格作成中)

d) 特徴

先端が棒状であり、圧着部分は丸形端子と同じ圧着構造である。電線を差し込んで電線接続する締付具に対して使用される。より線又は可とう線の芯線がばらけなくするために用いられる。

流通している棒端子の種類及び対応電線は、表6及び表7のとおりである。

**表6 制御盤内における棒端子及び電線サイズの組合せ
(より線及び可とうより線で使用)**

電線太さ (mm ²)	製品種別	
	より線及び可とうより線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
8 ~ 14	○	×
0.2 ~ 5.5	○	○
0.05 ~ 0.12	△	×

○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない

表7 制御盤内における棒端子及び電線サイズの組合せ（単線で使用）

電線太さ (mm)	製品種別	
	単線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
φ 3.2	△	×
φ 1.0～φ 2.6	○	×

○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない

e) 用途

制御盤内の5.5 mm²程度以下の比較的細い電線の主回路，制御回路の電線接続に用いられる。

2.2.2.5 ブレード端子

a) 定義

端子の筒部に芯線（電線導体）を差し込み、専用工具で圧着して電線を固定する。棒部は板状で、接続先で棒部が動かないように固定する。近隣の導体との短絡を避けるために筒部に絶縁体を取り付けられたものもある。

b) 画像／写真



裸端子

絶縁体付端子

c) 関連規格

—

d) 特徴

ブレード端子の接続部が平板になり、面接続では棒状より機械的に安定した接続が期待できる。

流通しているブレード端子の種類及び対応電線は、表8及び表9のとおりである。

**表8 制御盤内におけるブレード端子及び電線サイズの組合せ
(より線及び可とうより線で使用)**

電線太さ (mm ²)	製品種別	
	より線及び可とうより線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
8 ~ 14	○	×
0.3 ~ 5.5	○	○
0.2	○	○
0.05 ~ 0.12	△	×

○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない

表9 制御盤内におけるブレード端子及び電線サイズの組合せ（単線で使用）

電線太さ (mm)	製品種別	
	単線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
φ 3.2	△	×
φ 1.0~φ 2.6	○	×

○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない

- e) 用途
主に制御盤内の信号線に使われる。

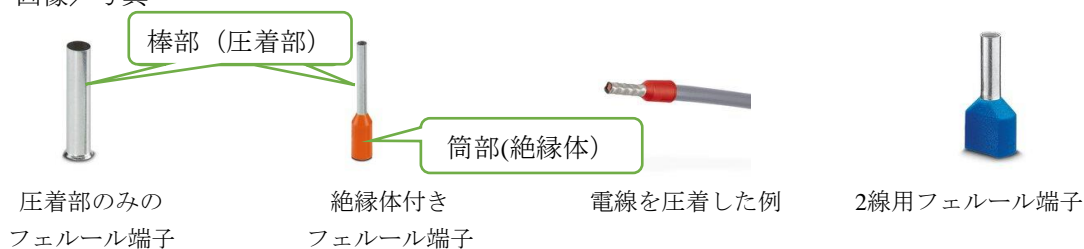
2.2.2.6 フェルール端子

a) 定義

端子の棒部（圧着部）に電線導体を差し込み，専用工具で圧着して電線を固定する。筒部は，絶縁のためにあり，圧着しない。筒部（絶縁体）がない製品もある。

接続先では，棒部を締付具で動かないように固定する。

b) 画像／写真



c) 関連規格

DIN 46228-1(圧着部のみ) ， **DIN 46228-4**(絶縁体付き) ， **UL 486F**

d) 特徴

電線圧着部が締付具の固定部分となる。

フェルール端子は，導体の個々の素線を束ね機械的な影響から保護することが主な用途のため，通常単線には使用しない。

元来フェルール端子はDIN規格に基づいた仕様のため，IEC電線サイズとなっている。また，UL規格にも規定されており，AWG電線サイズも考慮されている。国内規格では規定がないため，JIS電線サイズとは合致しない部分もあるが，機器メーカーがJIS電線，フェルール端子，圧着工具及び機器との使用可能な組合せについて推奨しているため，機器メーカーの資料などの確認が必要となる。

端子台や機器の接続部に2本のフェルール端子を接続したいが，接続できない場合には，2本の電線を接続するために2線用フェルール端子（ツインフェルール）を用いることができる。棒部に2本の電線を挿し込むことができ，一つの棒部にて圧着することが可能である。電線が同一線径の

制御盤内の電線接続方式

ものでないと圧着部分に隙間が発生し、使用時に電線が抜ける場合がある。また、機器に接続するときに筒部(絶縁体)が隣接する接続部などに干渉する場合もあるので、注意が必要である。2線用フェルール端子は、0.34～16 mm²の範囲で製品が存在する。

なお、フェルール端子には、圧着部のみのフェルール端子があり、用法によっては2線用としても使用可能である。

流通しているフェルール端子の種類及び対応電線は、表10のとおりである。

表10 制御盤内におけるフェルール端子及び電線サイズの組合せ

電線太さ (mm ²)	製品種別	
	より線及び可とうより線で使用	
	裸端子	絶縁体付端子
185	○	×
0.3 ~ 150	○	○
0.2	○	○
0.05 ~ 0.12	△	×

○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない

e) 用途

制御盤内の5.5 mm²程度以下の比較的細い電線の主回路，制御回路の電線接続に用いられる。

2.2.2.7 制御盤内における端末処理導体及び電線サイズの組合せ

圧着端子の種別によって対応可能な電線サイズには差がある。

制御盤内における端末処理導体及び電線サイズの組合せを表11及び表12に示す。

制御盤内の電線接続方式

表11 制御盤内における端末処理導体及び電線サイズの組合せ
(より線及び可とうより線で使用)

電線 太さ (mm ²)	丸形端子		Y形端子		平形接続端子		棒端子		ブレード端子		フェルール端子	
	より線及び 可とうより線		より線及び 可とうより線		より線及び 可とうより線		より線及び 可とうより線		より線及び 可とうより線		より線及び 可とうより線	
	裸	絶	裸	絶	裸	絶	裸	絶	裸	絶	裸	絶
325	○											
↘	○											
(185)	○										○	
150	○										○	○
↘	○										○	○
22	○										○	○
14	○		○				○		○		○	○
8	○		○		○		○		○		○	○
5.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
↘	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(0.75)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(0.5)	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
(0.3)	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
(0.2)	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
(0.12)	△		△				△		△		△	
↘	△		△				△		△		△	
(0.05)	△		△				△		△		△	

裸：裸端子，絶：絶縁体付端子，○：一般的な製品，△：特殊な製品

注記1 この表は、電線接続2030JWG内の調査にて存在が確認された製品において、対応する電線サイズを調査した結果である。実際の製品が対応する電線サイズは、機器メーカーの資料等にて確認いただきたい。

注記2 電線太さにおける、括弧なしはJIS C 3307に基づく電線太さであり、括弧ありはJIS C 3307に基づいていない電線太さである。

注記3 IEC及びAWGの電線太さでの使用可否は、端子メーカーの資料等にて確認いただきたい。

制御盤内の電線接続方式

表12 制御盤内における端末処理導体及び電線サイズの組合せ（単線で使用）

電線 太さ (mm)	丸形端子		Y形端子		平形接続端子		棒端子		ブレード端子		フェルル端子	
	単線		単線		単線		単線		単線		単線	
	裸	絶	裸	絶	裸	絶	裸	絶	裸	絶	裸	絶
φ 5.0	○											
∟	○											
φ 3.2	○		○				△		△			
φ 2.6	○		○				○		○			
∟	○		○				○		○			
φ 1.0	○		○				○		○			

裸：裸端子，絶：絶縁体付端子，○：一般的な製品，△：特殊な製品

注記1 この表は、電線接続2030JWG内の調査にて存在が確認された製品において、対応する電線サイズを調査した結果である。実際の製品が対応する電線サイズは、機器メーカーの資料等にて確認いただきたい。

注記2 電線太さは、JIS C 3307に基づく電線太さである。

2.3 締付具の種類

制御盤内で使用される機器に備わった締付具について説明する。締付具とはJIS C 8201-1において、機械的及び電氣的に導体を接続するために必要な部分と定義されており、この箇条では、ねじなどで締め付けて接続しない方式も締付具として説明する。

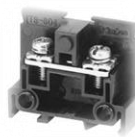
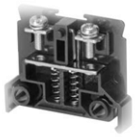


種類	セルフアップ方式	ばねアップ方式	押縮式	スタッド式
画像				
箇条	2.3.1.1	2.3.1.2	2.3.1.3	2.3.1.4

図6 ねじ式の締付具



種類	ケージ式	プッシュイン式
画像		
箇条	2.3.2.1	2.3.2.2

図7 ねじなし式の締付具




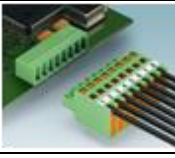
種類	ラグ式	タブ式	ラッピング式	圧接続式
画像				
箇条	2.3.3.1	2.3.3.2	2.3.3.3	2.3.3.4

図8 その他の締付具

2.3.1 ねじ式

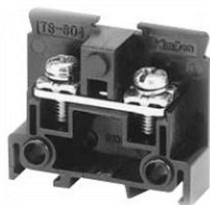
各種のねじ又はナットによって、直接的又は間接的に、導体の接続及び取外しをするか又は複数の導体を相互接続する。

2.3.1.1 ねじ式(セルフアップ方式)

a) 定義

端子ねじ頭部の下面に直接的に又は座金などを介して締付けを行う一般的なねじ式締付具である。ばねアップ方式とは異なり、ねじを緩めるとねじは端子から分離する。

b) 画像／写真



c) 関連規格

JIS C 8201-1, JIS C 8201-7-1, NECA C 2811

d) 特徴

我が国では一番普及している方式。

ねじを使用するため、ねじ締め of 技能管理や、振動などによるねじ緩みに対する定期的な増締めが必要である。

流通しているセルフアップ方式の種類及び対応電線は、表13のとおりである。

表13 制御盤内におけるセルフアップ方式及び電線サイズの組合せ

電線太さ (mm ²)	製品種別
	より線, 可とうより線, 及び端末処理導体で使用
0.3 ~ 325	○
○ : 一般的な製品, △ : 特殊な製品, × : 製品がない	

e) 用途

端子台, スイッチ, 電源, 配線用遮断器(MCCB), 漏電遮断器(ELCB), PLCなどの電気機器, 接地端子の電線接続部に使用される。

2.3.1.2 ねじ式 (ばねアップ方式)

a) 定義

座金組み込みねじ (ねじに座金が組み込まれた状態のねじ) のねじ頭部の下面に直接的に又は座金などを介して締付けを行う一般的なねじ式締付具。ばね機構により、端子ねじを緩めた際にねじが持ち上がる構造で、端子ねじは端子から分離しない。スプリングアップ式ともいう。

b) 画像/写真



c) 関連規格

JIS C 8201-1, JIS C 8201-7-1, NECA C 2811

d) 特徴

丸形端子を接続する場合も、ねじを端子から分離させなくても電線を接続できる。ねじが端子から分離しないので作業中に脱落して紛失することはない。

ねじを使用するため、ねじ締め of 技能管理や、振動などによるねじ緩みに対する定期的な増締めが必要である。

流通しているばねアップ方式の種類及び対応電線は、表14のとおりである。

表14 制御盤内におけるばねアップ方式及び電線サイズの組合せ

電線太さ (mm ²)	製品種別
	より線, 可とうより線, 及び端末処理導体で使用
0.3 ~ 100	○
○ : 一般的な製品, △ : 特殊な製品, × : 製品がない	

e) 用途

端子台, スイッチ, 電源, 配線用遮断器(MCCB), 漏電遮断器(ELCB), PLCなどの電気機器, 接地端子の電線接続部に使用される。

2.3.1.3 押締式

a) 定義

筒状（箱型）の導電金具に電線又は端子を挿入し、導電金具に取り付けたねじの先で直接的に又は当て金を介して電線を締め付けて接続を行う。

b) 画像／写真



c) 関連規格

JIS C 8201-1, JIS C 8201-7-1, NECA C 2811

d) 特徴

ねじ端子と呼ばれる場合もあり、主に欧州で普及している。

ねじを使用するため、ねじ締めの技能管理や、振動などによるねじ緩みに対する定期的な増締めが必要である。

流通している押締式の種類及び対応電線は、表15及び表16のとおりである。

表15 制御盤内における押締式及び電線サイズの組合せ（より線，可とうより線，及び端末処理導体で使用）

電線太さ (mm ²)	製品種別
	より線，可とうより線， 及び端末処理導体で使用
0.05 ~ 120	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

表16 制御盤内における押締式及び電線サイズの組合せ（単線で使用）

電線太さ (mm)	製品種別
	単線で使用
φ0.5 ~ φ4.6	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

e) 用途

我が国においても、産業用インバータの電線接続の端子台やプリント基板用の端子台で使用されている。また、欧州では端子台，配線用遮断器(MCCB)，電磁開閉器，電気機器の電線接続部にも使用される。

2.3.1.4 スタッド式

a) 定義

導電金具又は絶縁物に植込みボルト（スタッド）を固定し、これにねじ込んだナットで、直接的に又は座金などを介して、電線又は圧着端子を締め付けて接続を行う構造である。

b) 画像／写真



c) 関連規格

JIS C 8201-1, JIS C 8201-7-1, NECA C 2811

d) 特徴

電線だけでなく銅バーの中継，分岐ができる。ナットを使用するため，ねじ締め of 技能管理や，振動などによるナット緩みに対する定期的な増締めが必要である。

流通しているスタッド式の種類及び対応電線は，表17のとおりである。

表17 制御盤内におけるスタッド式及び電線サイズの組合せ

電線太さ (mm ²)	製品種別
	端末処理導体で使用
2 ~ 325	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

e) 用途

比較的大きいサイズの電線及び銅バーの接続や中継用としての端子台に使用される。

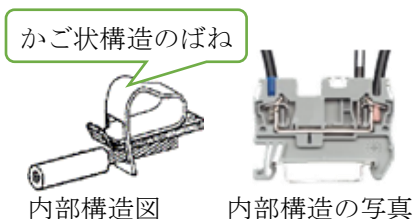
2.3.2 ねじなし式

2.3.2.1 ケージ式

a) 定義

かご状構造のばねを工具で開放して導体を挿入し，工具を取外したときのばねの戻り圧で導体を保持・通電する。

b) 画像／写真



c) 関連規格

JIS C 8201-1, JIS C 8201-7-1, NECA C 2811

d) 特徴

電線接続時には，工具(先端が細く，剛性のあるマイナスドライバー形状のもの)を差し込み，電線挿入口を開き電線を接続する。(接続解除時も同様)。ねじ式と比較して少ない配線工数で結線が可能で，ねじ締め of 技能管理や，振動などによる，ねじ緩みに対する，増締めも不要である。

丸形端子を使用しない締付具は，丸形端子を使用する締付具に比べ，狭ピッチ化，省スペース化ができる。

流通しているケージ式の種類及び対応電線は，表18及び表19のとおりである。

表18 制御盤内におけるケージ式及び電線サイズの組合せ
(より線，可とうより線，及び端末処理導体で使用)

電線太さ (mm ²)	製品種別
	より線，可とうより線，及び端末処理導体で使用
38	○
0.05 ~ 22	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

表19 制御盤内におけるケージ式及び電線サイズの組合せ (単線で使用)

電線太さ (mm)	製品種別
	単線で使用
φ 0.5 ~ φ 4.6	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

e) 用途

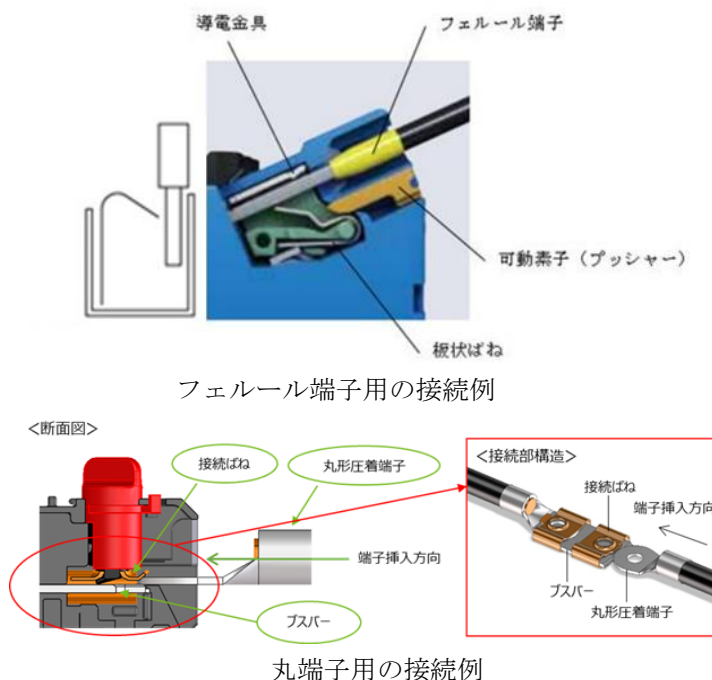
端子台、スイッチ、電源、配線用遮断器(MCCB)、PLCなどの電気機器の電線接続部に使用される。

2.3.2.2 プッシュイン式(差込式)

a) 定義

電線又は端子を板状ばねに挿し込み、ばねの圧力により導電金具に押し付け電線又は端末処理をした導体を保持し、通電する。

b) 画像/写真



c) 関連規格

JIS C 8201-1, JIS C 8201-7-1, NECA C 2811

d) 特徴

電線又は端末処理をした導体を締付具に押し込むだけで、工具(ドライバなど)を使用せずに結線可能である。また、より線及び可とうより線についても、ドライバなどを使用することで結線可能である。ねじ締めが不要でねじ式と比較して少ない配線工数で結線が可能であり、ねじ締めの技能管理や、振動などによるねじ緩みに対する増締めも不要である。

丸形端子を使用しない締付具は、丸形端子を使用する締付具に比べ、狭ピッチ化、省スペース化ができる。

「可動素子(プッシャー)をもつ」と「可動素子(プッシャー)をもたない」製品がある。

可動素子(プッシャー)をもつ締付具は、可動素子部をドライバなどで押し接続導体を取外す。金属であるドライバが直接ばね部に接触することなく、絶縁体である可動素子(プッシャー)を介してばねを操作できる安全な構造となっており、また配線時及び取外し時の操作の視認性が良く、誤操作も防止できる。

可動素子(プッシャー)をもたない締付具は、ばね操作の穴部に、ドライバなどを差し込み、接続導体を取外す。構造はシンプルになるがドライバなどが直接ばね部に接触する。

流通しているプッシュイン式の種類及び対応電線は、表20及び表21のとおりである。

表20 制御盤内におけるプッシュイン式及び電線サイズの組合せ
(より線, 可とうより線, 及び端末処理導体で使用)

電線太さ (mm ²)	製品種別
	より線, 可とうより線, 及び端末処理導体で使用
0.08 ~ 185	○
○ : 一般的な製品, △ : 特殊な製品, × : 製品がない	

表21 制御盤内におけるプッシュイン式及び電線サイズの組合せ (単線で使用)

電線太さ (mm)	製品種別
	単線で使用
φ 0.5 ~ φ 4.6	○
○ : 一般的な製品, △ : 特殊な製品, × : 製品がない	

e) 用途

端子台, スイッチ, 電源, 配線用遮断器(MCCB), PLCなどの電気機器の電線接続部に使用される。

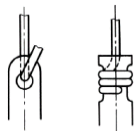
2.3.3 その他

2.3.3.1 ラグ式

a) 定義

電線導体を巻き付け, はんだ付けによって接続を行うための平板 (ラグ) をもつ構造の締付具である。

b) 画像/写真



模式図



端子台の例

c) 関連規格

NECA C 2811

d) 特徴

細い導体の接続に適しているが, はんだ付け作業を要する。

ねじなどの締付機構を備えていないため, 最小のスペースで電線接続が可能であるが, 接続には, はんだ, はんだごてなどの器具が必要である。また, はんだ付け作業には, 一定の技術が必要である。

流通しているラグ式の種類及び対応電線は, 表22及び表23のとおりである。

表22 制御盤内におけるラグ式及び電線サイズの組合せ
(より線, 可とうより線, 及び端末処理導体で使用)

電線太さ (mm ²)	製品種別
	より線及び可とうより線で使用
0.2 ~ 3.5	○
○ : 一般的な製品, △ : 特殊な製品, × : 製品がない	

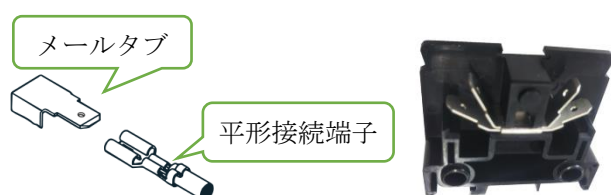
表23 制御盤内におけるラグ式及び電線サイズの組合せ（単線で使用）

電線太さ (mm)	製品種別
	単線で使用
φ0.5 ~ φ1.2	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

- e) 用途
 押ボタンスイッチ，表示灯，ソケット，端子台などの機器の締付具として用いられる。

2.3.3.2 タブ式

- a) 定義
 平板状の端子（メールタブ）に平形接続端子を結合して接続する構造である。
- b) 画像／写真



- c) 関連規格
NECA C 2811, JIS C 2809
- d) 特徴
 工具を使用しないで挿入及び引き抜きが容易にできる。
 流通しているタブ式の種類及び対応電線は，表24のとおりである。

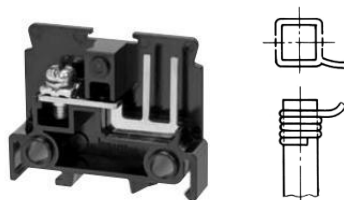
表24 制御盤内におけるタブ式及び電線サイズの組合せ

電線太さ (mm ²)	製品種別
	平形接続端子で使用
0.2 ~ 6	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

- e) 用途
 各種スイッチの端子部や基板の端子部に使用される。

2.3.3.3 ラッピング式

- a) 定義
 角柱状の端子(ラッピングポスト)に被覆を剥いた単芯被覆銅線(電線)を数回巻き付けることで電氣的接続を得る，はんだ付けを伴わない電気配線接続の方法。
- b) 画像／写真



※写真はラッピング端子(右側)とセルフアップ式(左側)のハイブリッド

- c) 関連規格
NECA C 2811
- d) 特徴
 接続(巻付け)には専用の工具が必要。はんだ付けより接触信頼性がある。

太い電線には対応できない。

流通しているラッピング式の種類及び対応電線は、表25のとおりである。

表25 制御盤内におけるラッピング式及び電線サイズの組合せ

電線太さ (mm)	製品種別
	単線で使用
φ 0.5 ~ φ 0.8	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

e) 用途

主に通信機器の信号線の接続に使用される。

2.3.3.4 圧接接続式

a) 定義

電線導体を刃状の溝を有する金属ブレードに挿込むことで導体の絶縁被覆が除去され、外皮剥きすることなく接続する方式。IDC接続 (Insulation-Displacement Connection) とも呼ばれる。

b) 画像/写真



c) 関連規格

JIS C 2814-2-3

d) 特徴

電線導体の外皮剥きが不要で、電線の接続時間を大幅に短縮することができる。また、端子を使わないので作業のときに特別な技術が要らない。

製品によっては接続する導体に制限があるので、仕様の確認が必要である。

流通している圧接接続式の種類及び対応電線は、表26及び表27のとおりである。

**表26 制御盤内における圧接接続式及び電線サイズの組合せ
(より線及び可とうより線で使用)**

電線太さ (mm ²)	製品種別
	より線及び可とうより線で使用
0.25 ~ 2.5	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

表27 制御盤内における圧接接続式及び電線サイズの組合せ (単線で使用)

電線太さ (mm)	製品種別
	単線で使用
φ 0.65 ~ φ 1.6	○
○：一般的な製品，△：特殊な製品，×：製品がない	

e) 用途

リボンケーブル用、LANケーブル用などの各種コネクタ、端子台に使用される。

2.3.3.5 制御盤内における締付具及び電線サイズの組合せ

締付具の種類によって対応可能な電線サイズには差がある。

制御盤内における締付具及び電線サイズの組合せを表28及び表29に示す。

制御盤内の電線接続方式

表28 制御盤内における締付具及び電線サイズの組合せ（単線以外の場合）

電線 太さ (mm ²)	セルフアップ方式	ばねアップ方式	押縮式	スタッド式	ケージ式	プッシュイン式	ラグ式	タブ式	ラッピング式	圧接接続式
	より線 可とうより線 端末処理導体	より線 可とうより線 端末処理導体	より線 可とうより線 端末処理導体	端末処理導体	より線 可とうより線 端末処理導体	より線 可とうより線 端末処理導体	より線 可とうより線	平形接続端子	—	より線 可とうより線
325	○			○						
∫	○			○						
(185)	○			○		○				
∫	○			○		○				
(120)	○		○	○		○				
100	○	○	○	○		○				
∫	○	○	○	○		○				
38	○	○	○	○	○	○				
∫	○	○	○	○	○	○				
(6)	○	○	○	○	○	○		○		
∫	○	○	○	○	○	○		○		
3.5	○	○	○	○	○	○	○	○		
∫	○	○	○	○	○	○	○	○		
(2.5)	○	○	○	○	○	○	○	○		○
∫	○	○	○	○	○	○	○	○		○
2	○	○	○	○	○	○	○	○		○
∫	○	○	○		○	○	○	○		○
(0.3)	○	○	○		○	○	○	○		○
(0.25)			○		○	○	○	○		○
∫			○		○	○	○	○		
(0.2)			○		○	○	○	○		
∫			○		○	○				
(0.08)			○		○	○				
(0.05)			○		○					

制御盤内の電線接続方式

○：一般的な製品

注記1 この表は、電線接続2030JWG内の調査にて存在が確認された製品において、対応する電線サイズを調査した結果である。
実際の製品が対応する電線サイズは、機器メーカーの資料等にて確認いただきたい。

注記2 電線太さにおける、括弧なしはJIS C 3307に基づく電線太さであり、括弧ありは、JIS C 3307に基づいていない電線太さである。

注記3 端末未処理導体(より線及び可とうより線)と端末処理導体とは、対応できる電線サイズは異なる。

注記4 端末処理導体は、この表で○となっている場合であっても、端末処理方法によっては接続できないことがある。

表29 制御盤内における端末処理導体及び電線サイズの組合せ（単線の場合）

電線太さ (mm)	セルフアップ方式	ばねアップ方式	押締式	スタッド式	ケージ式	プッシュイン式	ラグ式	タブ式	ラッピング式	圧接接続式
	—	—	単線	—	単線	単線	—	—	単線	単線
(φ4.6)			○		○	○				
∩			○		○	○				
φ1.6			○		○	○				○
φ1.2			○		○	○	○			○
φ1.0			○		○	○	○			○
φ0.8			○		○	○	○		○	○
(φ0.65)			○		○	○	○		○	○
(φ0.5)			○		○	○	○		○	

○：一般的な製品

注記1 この表は、電線接続2030JWG内の調査にて存在が確認された製品において、対応する電線サイズを調査した結果である。
実際の製品が対応する電線サイズは、機器メーカーの資料等にて確認いただきたい。

注記2 電線太さにおける、括弧なしはJIS C 3307に基づく電線太さであり、括弧ありは、JIS C 3307に基づいていない電線太さである。

注記3 IEC及びAWGの電線太さでの使用可否は、機器メーカーの資料等にて確認いただきたい。

注記4 セルフアップ方式及びばねアップ方式では、単線で接続できる機器もある。

2.4 関連規格一覧

NECA C 2811	工業用端子台
JIS C 2805	銅線用圧着端子
JIS C 2809	平形接続子
対応国際規格	IEC 61210 Connecting devices - Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors - Safety requirements
JIS C 2814-2-3	家庭用及びこれに類する用途の低電圧用接続器具 第2-3部：絶縁貫通形締付式接続器具の個別要求事項
対応国際規格	IEC 60998-2-3 Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes-Part 2-3: Particular requirements for connecting devices as separate entities with insulation-piercing clamping units
JIS C 3307	600Vビニル絶縁電線 (IV)
JIS C 3316	電気機器用ビニル絶縁電線
JIS C 3317	600V二種ビニル絶縁電線 (HIV)
JIS C 3664	絶縁ケーブルの導体
JIS C 8201-1	低圧開閉装置及び制御装置－第1部：通則
対応国際規格	IEC 60947-1 Low-voltage switchgear and controlgear-Part 1: General rules
JIS C 8201-7-1	低圧開閉装置及び制御装置－第7部：補助装置－第1節：銅導体用端子台
対応国際規格	IEC 60947-7-1 Low-voltage switchgear and controlgear- Part 7-1: Ancillary equipment-Terminal blocks for copper conductors
JIS C 8201-7-4	低圧開閉装置及び制御装置－第7-4部：補助装置－銅導体用プリント回路板端子台
対応国際規格	IEC 60947-7-4 Low-voltage switchgear and controlgear-Part 7-4: Ancillary equipment- PCB terminal blocks for copper conductors
IEC 60050-461	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 461: Electric cables
IEC 60050-581	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 581: Electromechanical components for electronic equipment
IEC/TR 60344	Calculation of d.c. resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires - Application guide
DIN 46228-1	Tubular end-sleeves without plastic sleeve
DIN 46228-4	End-sleeves - Part 4: Tubular end-sleeves with plastic sleeve
UL 486F	Bare and Covered Ferrules

2.5 電線端末処理と締付具との組合せ

電線端末処理と締付具との組合せを表30に示す。

制御盤内の電線接続方式
表30 電線端末処理と締付具との組合せ

締付具の通称 注1	締付具の構造	締付具の説明	接続可能電線 (○:可能, —:不可)								代表的な採用機器	
			電線 (端末処理) 注2			圧着端子付き電線 (端末処理) 注3						
			単線	より線	可とうより線	丸形端子	Y形端子	平形接続端子	棒端子	ブレード端子		フェール端子
ねじ式 (セルフアップ方式)		端子ねじ頭部の下面に直接的に又は座金などを介して電線 (単線, より線又は可とうより線) や丸形又はY形の圧着端子付き電線を締め付けて接続する。日本では最も普及している接続方式であり, 一般的に丸形又はY形の圧着端子付き電線が使用される。	○注6	○注6	○注6,注7	○	○	—	—	—	○注8	端子台, 配線用遮断器, 漏電遮断器, 電磁接触器, 押ボタンスイッチ, リレーソケット
ねじ式 (ばねアップ方式)		端子ねじ頭部の下面に直接的に又は座金などを介して電線 (単線, より線又は可とうより線) や丸形又はY形の圧着端子付き電線を締め付けて接続する。端子ねじの座金にスプリングを配置し, 端子ねじを緩めると座金と一緒に端子ねじが持ち上がる構造で, 端子ねじを取り外すことなく丸形の圧着端子付き電線を接続できるようにした構造である。ねじの脱落が防止でき, 省工数になる。一般的に丸形又はY形の圧着端子付き電線が使用される。	○注6	○注6	○注6,注7	○	○	—	—	○注8	端子台, 配線用遮断器, 漏電遮断器 	
押締式		筒状 (箱形) の導電金具に電線 (単線, より線又は可とうより線) や棒又はフェールの圧着端子付き電線を挿入し, 導電金具に取り付けたねじの先で直接的に又は当て金を介して電線を締め付けて接続する。主にヨーロッパで普及している。	○	○	○注6,注7	—	—	—	○	○	○	端子台, 電磁接触器
スタッド式		導電金具又は絶縁物に植込みボルト (スタッド) を固定し, これにねじ込んだナットで, 直接的に又は座金などを介して, 主に丸形又はY形の圧着端子付き電線を締め付けて接続する。主に大電流端子で使用されている。	—	—	—	○	○	—	—	—	—	端子台, 電磁接触器
ケージ式		導電金具とばねの間に電線を挿入し, 直接的に又は当て金を介して, ばねの押圧力によって接続する。導体接続時には, マイナスドライバーなどの工具を差し込み, 導体挿入口を開く作業が必要である。ねじなし端子のため, 増し締めが不要である。	○	○	○注7	—	—	—	○	○注9	○	端子台, 配線用遮断器, 漏電遮断器, マニュアルモータスタータ, 電磁接触器, ソケット (リレー用, タイム用) 押ボタンスイッチ
プッシュイン式 (差込式)		導電金具とばねの間に電線を挿入し, 直接的に又は当て金を介して, ばねの押圧力によって接続する。導体接続時には, 電線 (単線又はより線) や棒又はフェールの圧着端子付き電線を直接押し込んで接続する。丸形圧着端子付き電線やY形圧着端子付き電線を接続するタイプもある。電線を差し込むだけで接続可能のため, 導体接続時に工具が不要である。ねじなし端子のため, 増し締めが不要である。比較的小容量の接続機器に採用されている。	○注4	○注4	○注4,注7	○注5	○注5	—	○	○注9	○	
ラグ式		電線を巻き付ける構造をもつ平板状の端子 (ラグ) に電線を巻きつけて, はんだ付けで接続する。	○	○	○	—	—	—	—	—	—	端子台, 押ボタンスイッチ, リレーソケット
タブ式		平板状の端子 (メーラタブ) に平形接続端子を嵌合して接続する。	—	—	—	—	—	○	—	—	—	端子台, 電磁接触器
ラッピング式		柱状のピンに電線を巻き付けて接続する。	○	—	—	—	—	—	—	—	—	端子台
圧着接続式		電線電線を刃状の溝を有する金属ブレードに挿込むことで電線の絶縁被覆が除去され, 外皮剥きさることなく接続する方式。コネクタなどに使用されている。	○	○	○	—	—	—	—	—	—	端子台

注: 接続可能な電線種類や電線サイズは機器によって異なるため, 機器メーカーのカatalog, 技術資料, 取扱説明書に従って接続する。
ねじ式, 押締式, スタッド式の機器の電線接続は, 機器メーカーが指定する締付トルクで締め付けが確実に行なわれていることを確認する必要がある。
注1: JIS C 8201-1において「締付具」は, 機械的及び電氣的に電線を接続するために必要な部分という。
締付具 (clamping unit)
電線の機械的な締め付け及び電氣的に接続するために必要な端子の部品。正常な接触圧力を確保するために必要な部品を含む。
JIS C 8201-1において「端子」は, 締付具と絶縁物で構成される部分という。
端子 (terminal)
一つ又はそれ以上の締付具及び必要な場合絶縁物から構成され, 外部回路への電氣的接続をするための装置の一つの極の導電性部品。
ただし, JIS C 8201-7-1 (銅導体用端子台) においては, 「端子」は「締付具」に読み替えて使用されている。

注2: JIS C 8201-1において, 端子に圧着端子等を取り付けていない電線は「端末未処理電線」という。
注3: JIS C 8201-1において, 端子に圧着端子等を取り付けた電線は「端末処理電線」という。
注4: プッシュイン式で圧着端子を付けずに (端末未処理のまま) 接続できる機器もある。
注5: 丸形圧着端子付き電線やY形圧着端子付き電線は, 特定の製品でのみ接続が可能である。
注6: ねじ式で圧着端子を付けずに (端末未処理のまま) 接続できる機器もある。
注7: 可とうより線を接続する場合, 素線のバラけに十分注意する。フェール等の圧着端子で素線を束ねることにより, 短絡等の相間の絶縁不安が解消される。
注8: ねじ式でフェール端子を使用できる機器がある。
注9: ブレード端子も使用可能な場合がある。使用時には各メーカーに確認が必要である。

3 電線接続方式の選定

3.1 制御盤のライフサイクルと電線接続

2章では、電線接続に使用される電線、端子、締付具について説明を行った。この章では、種々の電線接続方式の中から制御盤で使用する電線接続方式を選定する観点について述べる。

各電線接続方式には、それぞれ特徴があり、制御盤メーカーは、使用する電線、端末処理方法、ユーザーが参照又は準拠すべき規格、使用する機器などに基づいて選定する。また、設計者の意図する目的、経済性、作業性、入手性、メンテナンス性などの多くの選定の観点もある。よって、設計から廃棄までのライフサイクルに渡って評価し、選定することが必要となる。これらの膨大な情報を検証しながら、接続方式を選定することは容易ではない。

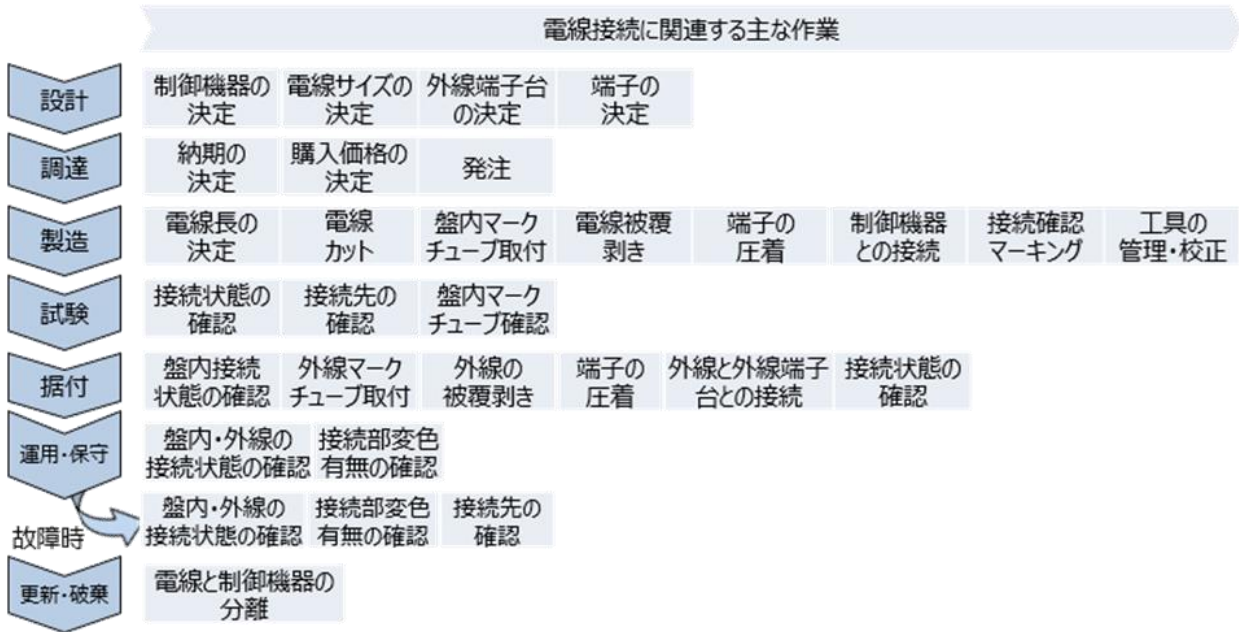


図9 電線接続に関する主な作業

電線接続2030JWGでは、制御盤製作における電線接続に関するライフサイクルの中で選定に関して注意を要する点を議論してきた。議論の過程で選定の観点として重要となった以下の観点について以降に述べる。

- ・ 電線接続方法の多様化による部品種類の増加
- ・ 作業時間・作業工数
- ・ 電線接続方式の混在
- ・ マークチューブの選択
- ・ 内線と外線サイズへの適用
- ・ 接続における品質の確保

3.2 電線接続方法の多様化による部品種類の増加

近年、制御機器は、省力化を特徴にした接続方式の多様化が進んでいる。例えば、制御盤内の電線接続にねじなし式のプッシュイン式締付具を採用した機器も増えてきており、全工程の作業効率を考えた制御盤への普及も進んでいる。プッシュイン式締付具を使用する機器は比較的、定格電流の小さな機器のため、FA用制御盤などで採用が進んでいる。一方で、プラント用制御盤は定格電流の大きな機器が多く、プッシュイン式締付具を採用した機器は限られている。

制御機器選定では、ユーザー仕様が優先とはなるが、選定機器によっては付随する部品増加に伴う工数も増加するため、電線接続方式を考慮してコストも含めた作業及び管理工数を計画する必要がある。

付随部品などには、電線・圧着端子・絶縁キャップ・ねじ・工具・試験機が挙げられるが、電線接続方

制御盤内の電線接続方式

式によって電線、圧着端子、工具が専用品の場合もある。

管理にはコスト、作業手順書、検査要領書、検査成績書などにも影響するが、制御盤メーカーではユーザー指定に従い、自社で対応することになる。

作業については次項で述べる。

3.3 作業時間・作業工数

制御盤の配線に係る作業としては、以下の内容が挙げられる。

1. 配線の引回し、電線長の検討
2. 配線サイズの決定
3. 電線カット、被覆剥き
4. 端子圧着
5. 接続、締付け、確認
6. 試験(構造、動作)
7. 定期点検(メンテナンス)

制御盤メーカーは、ユーザーの要求仕様に基づいて設計した内容で製造するが、上記作業における4～7は、特に多くの工数をかけて対応している。

作業の違いは、制御盤の構成や仕様によるが省力化の観点では特に配線における接続方式に影響されることが考えられる。ねじ式及びねじなし式の配線における主な作業項目を表31にまとめた。ねじなし式は、表31のとおり、機器接続及びメンテナンス性の省力化と、ねじ締め管理が不要となる特徴がある。

表31 ねじ式及びねじなし式の配線における主な作業項目

	配線における主な作業項目	ねじ式	ねじなし式
4. 端子圧着	①適用する電線種類、電線サイズを検証して接続する導体、機器に対応する圧着端子を選定。	○	○
	②圧着端子を圧着するための寸法分の被覆剥きを行う。 (手動式、電動式、油圧式)	○	○
	③適合する圧着端子を圧着する。 (手動式、電動式、油圧式)	○	○*1
	④圧着品質のチェック	○	○
5. 接続、締付、確認	①ねじで電線(端子)を固定する。	○	×
	②差込みで電線を固定する。	×	○*2
	③規定トルク値で締め付ける。	○	×
	④充電部は締付合マークをつける。	○	×
6. 試験(構造、動作)	①機器間導通チェック、機器動作確認	○	○
7. 定期点検	②絶縁距離確認	○	○
	③締付確認、増締め(緩み確認)	○	×
作業あり：○，作業なし：× 注*1 端末未処理導体の場合には、圧着作業は不要である。 注*2 より線及び可とうより線の場合には、ひげが出ないように管理する必要がある。			

制御盤内の電線接続方式

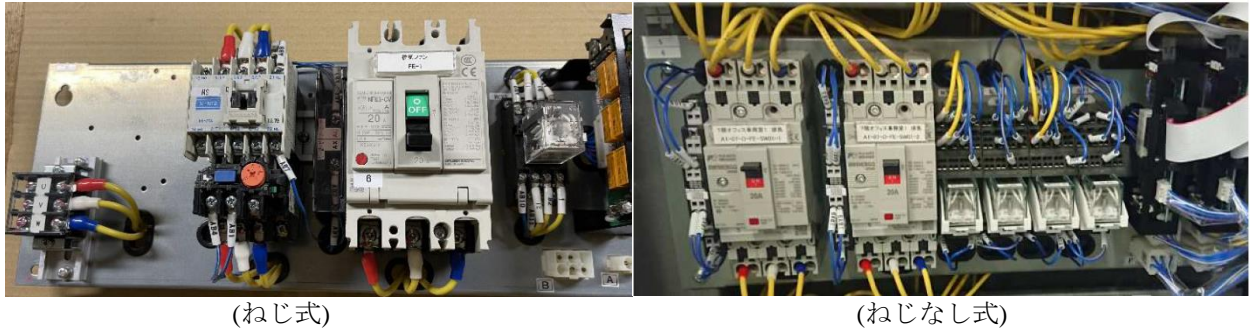


図10 制御盤内配線例

3.4 電線接続方式の混在

制御盤の配線に複数の電線接続方式を採用する場合、混在による影響を考慮する必要がある。

選定から調達、試験においては、「適合規格」「コスト」「調達ルート」「納期」「試験基準」などを確認しながらの作業となる。

機器への接続の場合、製造及び保守点検においては、「電線カット」「電線被覆剥き」「端子の圧着」「ねじ緩め、締め」「トルク締め」「締付合マーク」「定期的なトルクチェック」「工具の管理・校正」などがあり、作業工数に影響がでてくる。

ねじ式は、制御盤メーカーなどでは使用実績も多いことから電線サイズによる端子や使用する圧着工具が基準化されており、作業も標準化され、作業標準に沿った教育も実施されている。

ねじなし式は、国内規格に留まらずグローバル機器が多いため、日本国内の制御盤メーカーは調査しながらの作業になることもある。ねじなし式の機器が増えてくると、工具管理や技能管理の基準を決めておく必要がある。

ねじなし式でもフェール端子のように専用工具で端子を圧着するものがあるが、ねじ式に比べて接続確認にかかる工数は少なくなる。

3.5 マークチューブの選択

多くの配線が交差する制御盤では、制御盤内に用いられる電線において機器間接続の視認、図面との照合のための線番号(線番)が付けられる。我が国の制御盤製造においては、マークチューブと呼ばれる合成樹脂製のチューブに線番号を専用のプリンタにて印字し、電線をマークチューブに通したうえで機器に接続するのが一般的である。

電線接続(端子)の種類によっては、マークチューブが脱落するおそれがあることから、以下に示す特徴を理解し、用途や経済性を考慮してマークチューブを選択する必要がある。

なお、マークチューブのサイズは、電線被覆の外径に合わせてさまざまなサイズが用意されている。電線サイズは芯材の太さを直径又は断面積で表されるのに対し、マークチューブは内径の直径で表されることが多い。

表32 電線接続(端子)の種類別の主な注意点

電線接続(端子)の種類	主な注意点
端末未処理導体	マークチューブの内径よりも電線被覆の外径が細く、かつ端末に圧着端子がないため、電線を機器に接続したり取外したりする際にマークチューブが移動して脱落するおそれがある。
棒状圧着端子(棒端子、及びフェール端子)	マークチューブの内径よりも圧着端子の外径が細かい場合、電線を機器に接続したり取外したりする際にマークチューブが移動して脱落するおそれがある。
丸形圧着端子及びY形圧着端子	マークチューブの内径よりも圧着端子の外径が大きいため、電線を機器に接続したり取外したりする際に脱落するおそれがない。

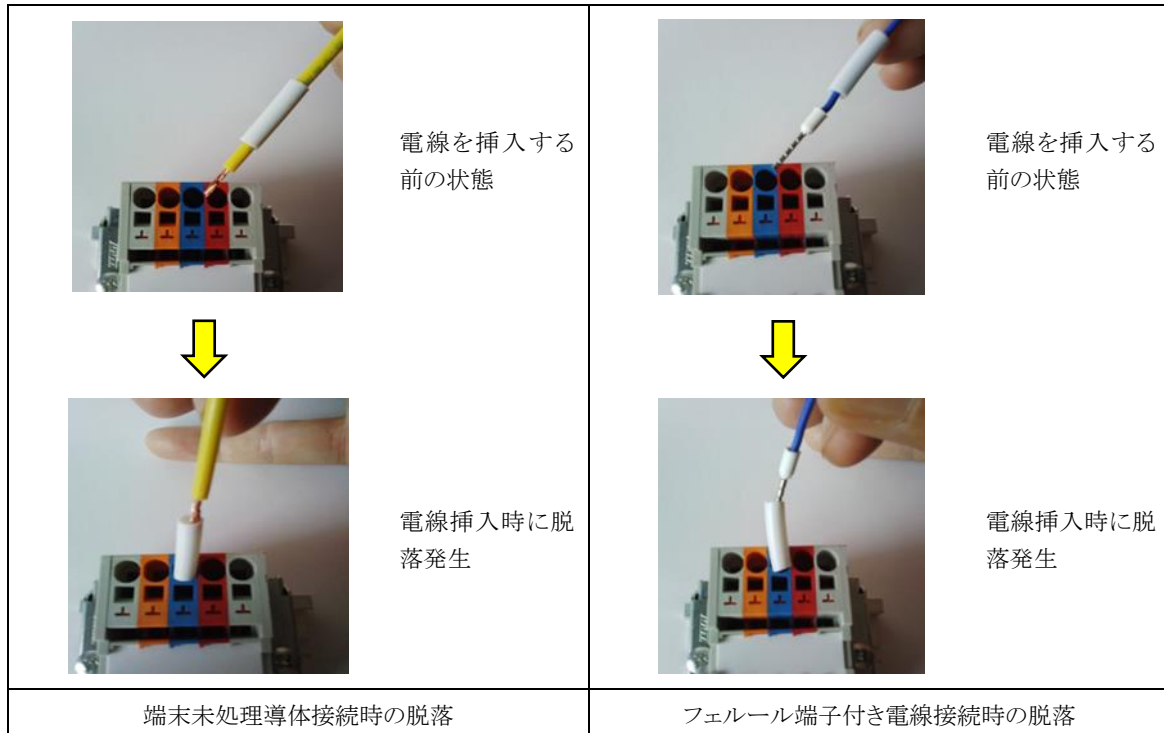


図11 電線接続時におけるマークチューブの脱落(外観例)

上記のような欠点を補うものとして、現在、国内メーカーによって次のような構造のマークチューブが発売されている。

a) フラットチューブ

楕円上の断面をもち、電線に取り付けた後、それ自体が元の楕円に戻ろうとする“復元力”によって電線へ挿入後も定位置に留まり、ずり落ちにくい特徴をもつ。反面、電線に通しにくい、幅が太くなることで隣接電線のマークチューブと重なって番号が見にくいという問題は残る。

一般的なもの
チューブ断面が円形



フラットチューブ
チューブ断面が楕円形

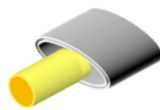


図12 フラットチューブとそれを使用した配線後の外観

b) ヒダ付きマークチューブ

チューブ内にヒダを設け、そのフリクション(摩擦抵抗)で電線を押さえ、ズレを防止する構造であり、ヒダの数が1~3本のものがある。ずり落ちにくい特長をもつものの、ヒダ付きマークチューブが許容する電線の上がり外径の上限では電線に通しにくい、プリンタで線番を印字する際にマークチューブを加圧するため、ヒダの凹凸がマークチューブの加圧形状に影響して印字がかすれる場合があるといった声も聞かれる。



電線挿入時断面



図14 ヒダが3本のマークチューブ

図13 ヒダが2本のマークチューブ

3.6 内線と外線サイズへの適応

制御盤内の配線(内線)の電線サイズは、規格及び基準に定められているので、その電線サイズで配線すればよい。

一方、制御盤から電源を供給する負荷機器には定格電圧や定格電流があるため、電気使用場所(負荷機器)の電圧値を適正に保つ必要があり、これを満足できない場合には負荷機器の故障や電線の過熱焼損の原因となる。

制御盤から負荷機器に接続される配線(外線)の電線サイズは、負荷容量・電流値による電線サイズと最大こう長により変化する。電圧降下を考慮して外線サイズを選定した場合には、制御盤内の電線サイズより制御盤と接続する外線サイズが極端に太くなることもある[‡]。また、計器用変圧器(VT)用や計器用変流器(CT)用のケーブルも負担及びこう長を考慮して太くなることもある。こうした場合には、制御盤内の配線サイズと外線サイズを考慮した端子台の選定が必要となる。

ねじ式に用いられる丸形端子には長い歴史があり、ねじ径が広範囲にある。

ねじなし式では、内線及び外線のサイズが同じ場合には問題ないが、内線サイズに比べて外線サイズが極端に太い場合や、外線が二条の場合には適応できないことがある。

端子台における締付具種類と内線・外線のサイズ差への適応を表33に示す。

表33 端子台における締付具種類と内線・外線のサイズ差への適応

外線条件	締付具の方式		
	ねじ式	ねじなし式	
		端末処理導体で使用	端末未処理導体で使用
内線と外線サイズが同等程度	○	○	○
内線に比べ外線サイズが極端に太い	○	×	△*
外線が二条配線	○	×	×

○：可能，△：条件付きで可能，×：不可能
注* 機器メーカーにより接続できる範囲が定められている。

内線に比べて外線サイズが極端に太い場合の例として、ねじ式で外線サイズが100mm²、内線サイズが5.5mm²の場合をJIS C 2805:2010 銅線用圧着端子の表7の一部を抜粋した表34を用いて説明する。

[‡] 内線規程(JEAC 8001-2022)の選定表(3705-1表)によれば電圧降下は2%としている。例えば、定格出力5.5kWの200V三相誘導電動機1台に給電する分岐回路の電線サイズは同表でこう長29 mまでなら5.5 mm²となっている。よって、内線サイズは5.5 mm²を選定すればよい。しかしながら制御盤の設置場所が電動機の設置場所と離れている場合、その外線は制御盤との距離を考慮する必要がある。内線規程の資料1-3-2(電線最大こう長表)によれば、制御盤と電動機とが100 m離れていた場合22 mm²の電線サイズを選定する必要がある。

表34 圧着端子と使用ねじの呼び径の例
 (出典: JIS C 2805:2010 表7—裸端子 (R) 抜粋)

単位 mm

記号	呼び	より線の 呼び断面積 (mm ²)	使用ねじの 呼び径	注記	
				電線適合容量 (mm ²)	圧着マーク
R	5.5-4	5.5	4	2.63~6.64	5
	5.5-5		5		
	5.5-6		6		
	5.5-8		8		
	5.5-10		10		
R	100-10	100	10	96.3~117.2	100
	100-12		12		
	(100-14)		14		
	100-16		16		
	(100-18)		18		
	100-20		20		
注記1	表中の呼びを表す記号のうち、第1項の数字は適用電線の呼び断面積を、第2項の数字は使用ねじ径を表す。				
注記2	表中の呼びに括弧を付けたものは、なるべく使用しない。				

制御盤内入力端子台を100 mm² 用のねじ径M10とした場合、外線用の端子はR100-10、内線用の端子をR5.5-10で選定すれば外線サイズ100 mm²を内線サイズ5.5 mm²に変換できることがわかる。この他の組合せはJIS C 2805を参照されたい。

ねじなし式の中でもねじ式とねじなし式のハイブリッド形は、上記同様に使用できるが、ねじなし式だけの場合は、接続できる電線サイズに範囲があり、ある程度のサイズ変換にとどまる。ねじなし式端子台の一例を表35に示す。

制御盤内の電線接続方式

表35 ねじなし式端子台の例

メーカー	定格電流 A	一次側			二次側				
		接続方式	接続範囲	極数	接続方式	接続範囲 ①	極数 ①	接続範囲 ②	極数 ②
			より線 mm ²			より線 mm ²		より線 mm ²	
A社	57	プッシュイン式	0.5~10	2	プッシュイン式	0.2~4	9	—	—
	41	押縮式	1.5~35	1	ケージ式	0.2~6	4	—	—
	101	押縮式	1.5~35	1	プッシュイン式	2.5~10	4	—	—
	105	押縮式	1.5~50	1	プッシュイン式	0.5~6	4	0.14~2.5	6
B社	18	ケージ式	0.25~2.5	1	ケージ式	0.2~2.5	1	—	—
	76	プッシュイン式 ケージ式	0.5~16	1	プッシュイン式 ケージ式	0.5~16	1	—	—
	150	ケージ式	10~50	1	ケージ式	10~50	1	—	—
	232	ケージ式	25~95	1	ケージ式	25~95	1	—	—
	353	ケージ式	50~185	1	ケージ式	50~185	1	—	—
	76	ケージ式	0.5~16	1	ケージ式	0.5~16	2	—	—
C社	30	プッシュイン式	1.25~5.5	1	プッシュイン式	1.25~5.5	1	—	—
	60	プッシュイン式	5.5~14	1	プッシュイン式	5.5~14	1	—	—
	150	プッシュイン式	22~60	1	プッシュイン式	22~60	1	—	—
	200	プッシュイン式	60~100	1	プッシュイン式	60~100	1	—	—
	250	プッシュイン式	150	1	プッシュイン式	150	1	—	—
	400	プッシュイン式	200	1	プッシュイン式	200	1	—	—
	500	プッシュイン式	250	1	プッシュイン式	250	1	—	—
	30	プッシュイン式	1.25~5.5	1	ねじ式	1.25~5.5	1	—	—
	60	プッシュイン式	5.5~14	1	ねじ式	1.25~14	1	—	—
	150	プッシュイン式	22~60	1	ねじ式	2~60	1	—	—
	200	プッシュイン式	60~100	1	ねじ式	5.5~100	1	—	—
	250	プッシュイン式	150	1	ねじ式	14~150	1	—	—
	400	プッシュイン式	200	1	ねじ式	14~200	1	—	—
	500	プッシュイン式	250	1	ねじ式	14~200	1	—	—
注記1	二次側欄の①, ②は二種類の電線サイズが接続できることを示す。								
注記2	端末処理方法や接続範囲などについては機器メーカーに問い合わせることを推奨する。								
注記3	二次側ねじ接続方式の接続範囲は, JIS C 2805:2010 を基準とした。								

また、ねじなし式で使用される端末処理材にツインフェルール端子がある。この端子は2本の電線を1本にまとめて圧着することができる。定格電流値は接続される電線の電流値によるため適合電線サイズごとの種類となっている。

3.7 接続における信頼性の確保

電線を接続する目的は、接続先に向けて回路を確保し、長期的・安定的に必要な電気を供給することである。この目的を達成するために、まずは回路を構成する各部品が必要な性能を有していることが求められる。また、各部品の取り付け部（接続部）において、安定した接続状態を維持できること、即ち接続の信頼性が求められる。

接続の信頼性に影響する要素は多岐にわたる。信頼性を確保するには、新規採用段階における検討（物的要因）と、製造・点検・保守段階での処置（人的要因）とを、両輪で実施する必要がある。

製品規格に従った接続の信頼性については、機械的特性、電気的特性、環境特性の観点から評価されているが、接続方式を選定する上では、使用方法・環境などを十分に想定の上、メーカーの仕様書やカタログなどにて必要な性能を有していることを確認する。また、制御盤の各ライフサイクル段階で、異なる要素が影響する。制御盤の作りこみの中で必要な項目を取り上げて対応を確認する必要がある。

以上は客観的要因についての概略であるが、接続の信頼性においては、主観的要因（例えば「顧客からの信頼」「不安の払拭」「情報の伝達」「関係性の構築」「必要とする性能への満足」「規格要求への満足」「経年・寿命の考え方」など）への対応も重要となる。

このように、接続信頼性確保においては多岐の観点を考慮する必要があるが、特に重要となるのがゆるみ・脱落を防ぐことである。ここでは、ゆるみ・脱落の発生要因とその防止対策、現時点で規定されている基準・規格について詳述する。

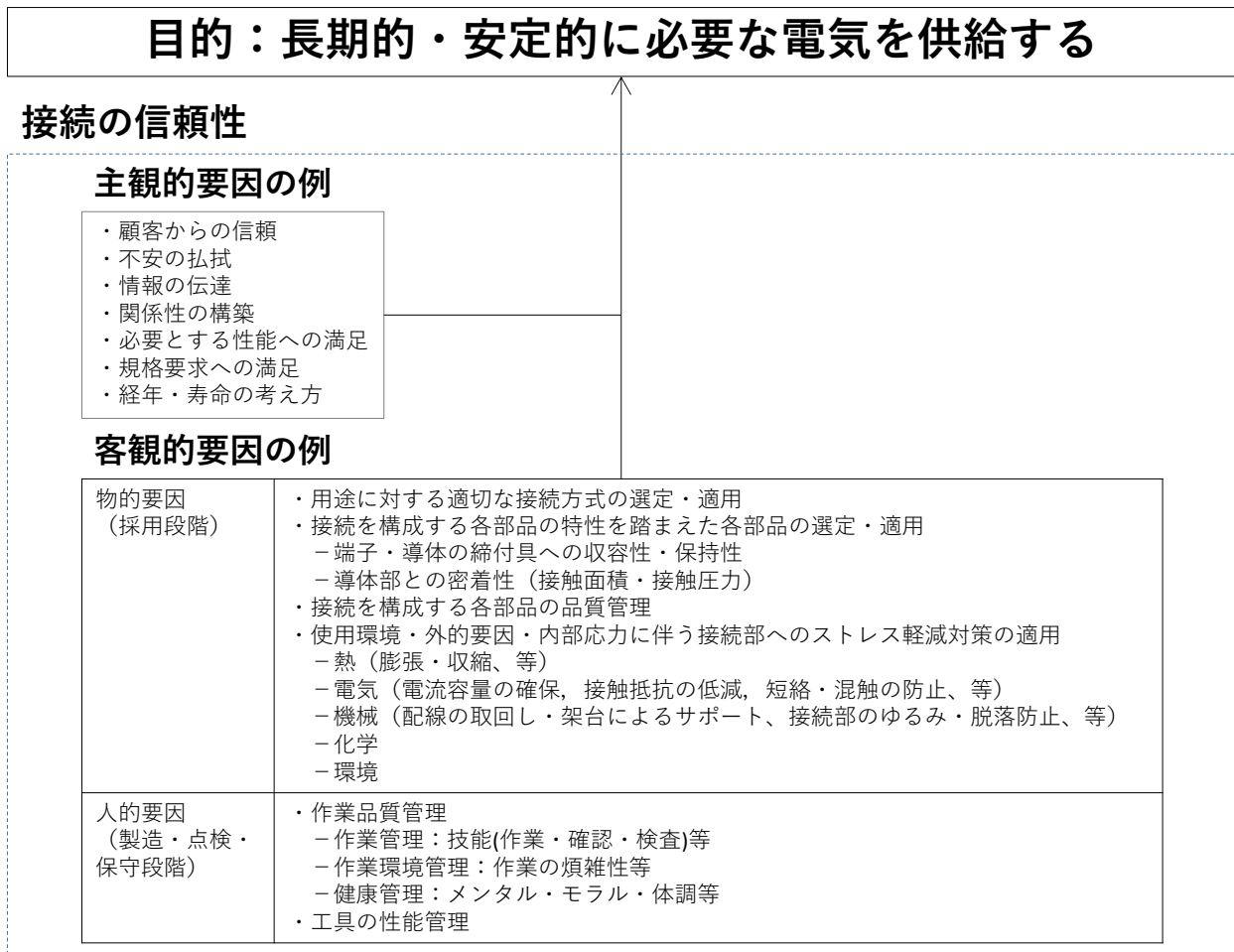


図15 電線接続の目的及び接続信頼性を構成する要素の例

3.7.1 ゆるみ、脱落の発生要因

電線接続の品質を確保する上で注意すべき接続不良について述べる。接続不良の代表例としては“ゆるみ”や“脱落”が挙げられる。

a) ゆるみ

ゆるみは広く使用されているねじ式締付具において良く知られた不良であり、異常発熱の原因となり時には火災に至ることもあるため、可能な限り起こさないよう注意を払うことが求められる。接続のゆるみが異常発熱を引き起こす理由は接触圧力の低下による接触抵抗の上昇である。抵抗が高くなることで電流が流れた際のジュール熱が上昇し異常発熱が起こる。これを起こさせないためには適正な接触圧力で接続すること・接触圧力が低下しないよう管理維持することが必要となる。反対に、これらを怠った場合にゆるみが発生することとなる。

b) 脱落

脱落は、電線や各種端子部品の接続の外れである。これには上記のねじゆるみに起因した電線の外れの他、圧着不良[§]により圧着端子やフェルルール端子から電線が外れる、差し込み不足により僅かな外力で電線が外れる、あるいは細い単線などでは金属疲労による断線の可能性も考えられる。

このような接続不良が生じてしまう原因としては、大きく“作業不良”，“経年変化”，“外力”の3つのパターンがある。

1) 作業不良

作業不良について、代表的なものは作業方法の誤りである。各接続方式にはそれぞれ定められた適切な作業方法があり、作業者がそれを順守することが重要となる。例えば、ねじ式締付具では適切な工具を用いて取扱説明書などに記載されている締付けトルクで締付けを行う、ねじなし端子（差込式）では適正な差し込み位置まで差し込む、などが挙げられる。しかし、それら適正な作業方法を把握している場合でも、作業者の練度が低かったり、作業手順が定まっていなかったり、チェック工程を設けていなかったり、といった場合には、締め忘れなどによる不良が発生する可能性は高くなる。

また、ねじ・圧着端子などの端子部品、あるいは締付け工具・圧着工具などの工具が適切でないことによっても作業不良は起こり得る。これは各接続方式に合った部品・工具が選定されていないことにより生じるが、適切なものを選定し使用している場合でも、工具の管理・校正を怠った場合には変形や摩耗により適正な接続が出来なくなる、計測精度が低下し誤ったトルクで接続してしまう、といった工具の品質劣化による接続不良が生じる可能性がある。

2) 経年変化

経年変化の代表例としては熱による膨張・収縮がある。電線や端子部材が膨張・収縮を繰り返すことにより、次第に締付け力が低下しゆるみが生じる。制御盤が急激な温度変化が生じるような環境に設置されていたり、急激な電流変化が生じる装置に接続されていたり、といった場合には特に注意すべきである。それ以外の例として、より線を端末処理せずそのままねじで締め付けるような締付具(ねじ式締付具や押締式締付具)の場合には、経年変化で素線がほぐれることによって応力緩和が生じ、接触圧力が低下する可能性がある。

3) 外力

外力について最も代表的なものとしては振動がある。ねじ式締付具においては、振動によりねじの推力と逆方向の力がかかり、徐々にねじが回転することでゆるみが生じる。制御盤内や制御盤外に振動源となる機械や装置がある場合に特に注意すべきであるが、それ以外にも制御盤を運ぶ際の輸送振動にも注意すべきである。また継続的な振動以外にも、何かの拍子に衝撃が加わるなどでもゆるむ可能性はある。それ以外にも、接続後の電線引き回しにより生じる接続部への応力も外力の一種と言える。

3.7.2 ゆるみ、脱落の発生防止対策

ゆるみ、脱落の発生防止対策としては、物的要因・人的要因の2つを防止することが挙げられる。物的要因の対策には部品採用時の確認(部品単品の評価、組合せによる評価など)、人的要因の対策には製造時

[§] 圧着端子などは、正しく使用しないとその性能を十分に発揮できないばかりか、重大な電気事故にもつながるおそれがある。圧着端子を利用するに当たっては、圧着端子及び工具の選定、保管、圧着作業の手順、電線の被覆むき寸法、圧着接続された圧着端子の取扱いなどに注意が必要である。詳しくは、**JEM-TR 162**（圧着端子適用指針）の箇条**8**（適用上の注意事項）を参照。

制御盤内の電線接続方式

の確認がある。確認項目については制御盤メーカー独自の確認項目や共通の確認項目がある。本項では、一例としてねじ式・ねじなし式の締付具における新規採用時の確認項目と製造時の確認項目を以下に示す。

a) 採用時の確認

採用実績のある部品は品質が確保出来ているが、採用実績のない新たな部品を使用する場合、物的要因による接続不良を防止するため品質確保や信頼性確保が必要になる。物的要因から接続不良防止を図るための確認項目例を表36及び表37に示す。

表36 端末処理(圧着端子)の採用時の確認項目例

確認項目	確認対象		備考
	ねじ式	ねじなし式	
既工具との適合性確認	○	○	
電線との適合性評価	○	○	
評価サンプル作成	○	○	
外観目視検査	○	○	
接触抵抗測定	○	○	
引張強度測定	○	○	
圧着部断面観察	○	○	芯線圧縮率, 充填率の確認
○：確認対象，－：確認対象でない			

表37 機器締付具の採用時の確認項目例

確認項目	確認対象		備考
	ねじ式	ねじなし式	
ねじ山の作用数確認	○	－	
ねじ締付け性評価	○	－	
ねじ緩みトルク測定	○	－	
ねじ破壊トルク測定	○	－	
引張強度	－	○	
○：確認対象，－：確認対象でない			

b) 製造時の確認

製造時の作業においては多数の作業員が製造に関わる。ゆるみや脱落防止などに対し人的要因による接続不良を防止するため新規採用部品、採用実績のある部品に関わらず接続状態を確認する必要がある。人的要因から接続不良防止を図るための確認項目例を表38に示す。

表38 製造時の確認項目例

確認項目	確認対象		備考
	ねじ式	ねじなし式	
工具の管理(点検)	○	○	
電線の圧着状態確認	○	○	端末処理導体使用時
機器締付具のねじが端子穴に通っているか確認	○	—	
端子ねじのトルク管理	○	—	
芯線のほつれやひげの有無確認	○	○	端末未処理導体のうち、より線及び可とうより線使用時
ばね座金の潰れ確認	○	—	
触手による緩み確認	○	—	圧着端子部
引っ張り・引き抜き確認	—	○	
電線と機器端子との接続点に張力が加わっていないか確認	○	○	
増締め	○	—	
締付マーキング	○	—	
締付マーキングのずれ位置確認	○	—	

○：確認対象，—：確認対象でない

3.7.3 ゆるみ、脱落に関する規格

接続信頼性の品質確保は生産現場で大きな課題となることから、国際規格であるIEC規格や欧州を中心にEN規格、北米を中心にUL規格、我が国ではJISで規格化されている。当初は地域ごとに異なっていた規定も、現在はIECとの整合化が進んでいる。

規格では、信頼性評価の試験及び基準があり、多くの項目は接続方式の違いによらない共通の評価項目となっている。機器メーカーは、規格の指定する範囲で接続信頼性の評価を行っている。

参考までに主な接続信頼性評価項目を表39に示す。

表39 信頼性評価項目に対する規格の有無

目的	信頼性評価分類	信頼性評価項目	IEC / JIS / EN*1
装置・設備に搭載する機器のユーザーに対する安全性を確保するための性能水準	基本性能評価	接触抵抗	○
		電気性能評価*2	温度上昇
	耐電圧		○
想定するユーザーの使用環境を考慮した安定性を確保するための性能水準	環境性能評価*3	温湿度サイクル	○
		耐熱性	○
		耐寒性	○
		塩水噴霧	○
		耐振動	○
		耐衝撃	○
	構造性能評価*4	ねん回試験	○
		電線引張試験	○
		締付強度試験	○
		挿入性試験	○

○：信頼性評価項目に対応する規定がある。

注*1 JISや欧州EN規格は、国際規格であるIECに整合して制定されている。IEC 60947規格群やJIS C 8201規格群、EN 60947などが該当する。近年では、米国UL規格もUL 60947規格群などIECとの整合が図られている。また、IECではAWGなど米国の電線サイズについても言及している。

注*2 電気性能評価は、短時間耐電流、過電流耐力や短絡電流など機器に応じた信頼性評価項目がそれぞれ存在する。この表では、機器によらず共通する項目のみ記載した。

注*3 環境性能評価は特殊試験であり、受渡当事者間の協定に基づいて必要がある場合にのみ実施する。

注*4 端子台規格JIS C 8201-7-1では、DINレールへの取付強度試験などの構造性能評価も存在している。

ただし、接続信頼性に対する規格遵守は、施工状態や機器の使用環境や経年劣化などの条件を満足する前提での基準であり、接続方式ごとに施工方法や締付具が異なる点から前項にあるような対策(施工のばらつき抑制や機器の経年劣化管理など)は、制御盤メーカーやユーザーによる取組みが必要となる。

4 おわりに

制御盤製造において選択する電線接続方式により、作業や品質管理の方法が異なる。電線接続方式の選択により3章で述べたような留意点が発生する。グローバル化により従来我が国の制御盤製造で採用が少なかったねじ式以外の電線接続方式も採用機器が拡大することにより増加してきている。電線接続方式の変更は制御盤製造の作業方法、信頼性確保の方法を大きく変える。大きな変化を受け入れるためには、方法自体の理解が不可欠であり、また安心して変化を受け入れるためには、規格化や標準化も必要となってくる。

この資料が制御盤製造に携わる技術者／技能者の電線接続方式に対する理解の一助となり、各制御盤メーカーが自社に適した電線接続方式を選択することに寄与することができれば幸いである。

この資料の作成に当たっては、一般社団法人 日本配電制御システム工業会(JSIA)には委員会参画及び意見交換・照会、一般社団法人 日本電設工業協会(JECA)には意見交換・照会の形で多大な協力をいただいた。また、JEMA及びNECAの関係委員会にも意見交換・照会にて協力いただいた。この場を借りて感謝致します。

5 電線接続2030JWG委員構成表

表40 電線接続2030JWG委員構成表

団体	種別	氏名	所属
JSIA	委員	原田 礼蔵	宇賀神電機株式会社
		西田 憲一郎	ハピネスデンキ株式会社
		松下 寿朗	一般社団法人 日本配電制御システム工業会
NECA	共同主査	辻 善樹	不二電機工業株式会社
	幹事	飯島 一憲	元 フェニックス・コンタクト株式会社
	委員	三浦 拓也	フェニックス・コンタクト株式会社
		飯田 正和	IDEC株式会社
		後藤 清子	IDEC株式会社
		富田 博幸	キムラ電機株式会社
		赤沼 昇一	株式会社パトライト
	オブザーバ	湊谷 正道	フェニックス・コンタクト株式会社
	オブザーバ	野辺 武	パナソニック インダストリー株式会社 (NECA技術委員会 委員長)
	事務局	西岡 哲生	一般社団法人 日本電気制御機器工業会
北川 紗絵		一般社団法人 日本電気制御機器工業会	
—	委員	淵本 純二	ヒロセ電機株式会社
JEMA	共同主査	片山 浩一	三菱電機株式会社
	幹事	渡邊 勝昭	富士電機機器制御株式会社 (JEMA制御装置技術専門委員会 委員長)
		古賀 義基	東芝インフラシステムズ株式会社 (JEMA端子技術専門委員会 委員長)
	委員	長部 弘幸	タイコ エレクトロニクスジャパン合同会社
		濱崎 仁志	大同端子製造株式会社
		栗山 龍司	株式会社 ニチフ端子工業
		西 啓之	日本圧着端子製造株式会社
		高田 輝雄	日本圧着端子製造株式会社
		田中 正孝	富士端子工業株式会社
		小久保 健司	日東工業株式会社
		相原 政徳	日立製作所
		鬼澤 积弘	日立製作所
		澤井 大介	オムロン株式会社
	小樋 悠太	三菱電機株式会社	
	事務局	石川 静	一般社団法人 日本電機工業会
		阿部 倫也	一般社団法人 日本電機工業会
	団体の略称は次による。 NECA 一般社団法人 日本電気制御機器工業会 JSIA 一般社団法人 日本配電制御システム工業会 JEMA 一般社団法人 日本電機工業会		

PDFデータのご希望の方へ・・・

この資料のPDFは、JEMAウェブサイト・NECAウェブサイトから無償で電子データのダウンロードができます。

JEMA刊行物コーナー ウェブサイト <https://www.jema-net.or.jp/cgi-bin/user/index.cgi>

NECA刊行物ウェブサイト <https://www.neca.or.jp/publication/>

2023年(令和5年)3月31日

一般社団法人 日本電機工業会

〒102-0082 東京都千代田区一番町17番地4

一般社団法人 日本電気制御機器工業会

〒101-0047 東京都千代田区内神田3丁目23-5神田セブンビル9F

著作権法により、無断での複製、転載などは禁止されております。