

制御盤内の電線接続方式

～端子・締付具の課題と対応～



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

1. 電線接続2030JWGについて
2. 用語の定義
3. 電線接続方式の変遷
4. 電線接続の種類
 4. 1 電線の種類(端末未処理導体、端末処理導体)
 4. 2 締付具の種類
 4. 3 電線と締付具の組合せ
5. 電線接続方式の選定
 5. 1 電線接続方法の多様化による部品種類の増加
 5. 2 作業時間・作業工数
 5. 3 電線接続方法の混在
 5. 4 マークチューブの選択
 5. 5 内線と外線サイズへの適応
 5. 6 接続における信頼性の確保
6. おわりに

制御盤製造では電線接続の作業量大
日本で馴染みの少ない電線接続方式の機器増



制御盤製造における電線接続の課題を整理
電線接続方式の正しい知識の必要性



関係する工業会で
ジョイントワーキング(JWG)設立

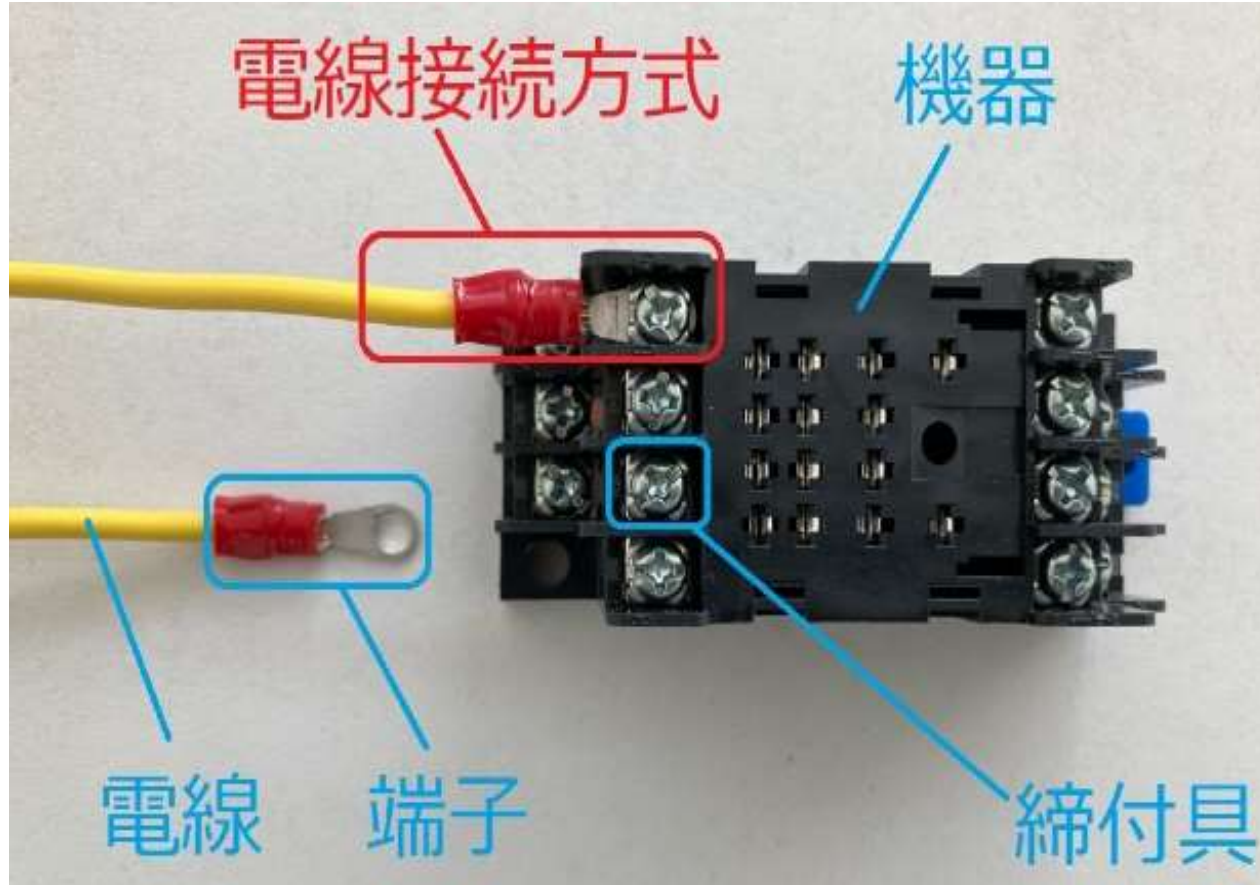


電線接続2030JWG

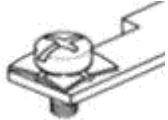


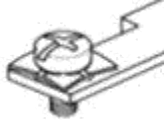








【構成メンバー】

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

2. 用語の定義



3. 電線接続方式の変遷

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
1950年代～	圧着端子を使用する接続方式が主流 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  ねじ式 </div> <div style="text-align: center;">  スタッド式 </div> </div>	圧着端子を用いない押締方式 <div style="text-align: center;">  押締式 </div>
現在	接続方式が多様化 <div style="display: grid; grid-template-columns: repeat(3, 1fr); gap: 10px;"> <div style="text-align: center;">  ねじ式 </div> <div style="text-align: center;">  スタッド式 </div> <div style="text-align: center;">  押締式 </div> <div style="text-align: center;">  プッシュイン式 </div> <div style="text-align: center;">  ケージ式 </div> <div style="text-align: center;">  ラグ式 </div> <div style="text-align: center;">  タブ式 </div> <div style="text-align: center;">  ラッピング式 </div> <div style="text-align: center;">  圧接接続式 </div> </div>	

小電流の制御回路系を中心にねじなし式が先行 主回路系のねじなし式対応機器も市場に展開され始めている






電流



4.1 電線の種類

端末未処理導体(電線)

単線	より線	可とうより線
		

端末処理導体(圧着端子)

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
					



● 1本の素線で構成されている導体

【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。

【用途】

曲げ半径が大きいいため、我が国では、制御盤内配線での使用は少ない。

【関連規格】

JIC C 3664 “絶縁ケーブルの導体”のクラス1

IEC/TR 60344”Calculation of d.c. resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires – Application guide”

JIS C 3307 “600Vビニル絶縁電線(IV)”の付表1

JIS C 3317 ”600V二種ビニル絶縁電線(HIV)”の付表1



● 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

【特徴】

単線に比べて曲げやすく, 柔軟性がある。

【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。

【関連規格】

JIS C 3664 “絶縁ケーブルの導体”のクラス2

IEC/TR 60344 “Calculation of d.c. resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires – Application guide”

JIS C 3307 “600Vビニル絶縁電線 (IV)”の付表2

JIS C 3317 “600V二種ビニル絶縁電線 (HIV)”の付表2



● 多数の細線をもつより線

【特徴】

素線数がより線に比べて多く、より柔軟性がある。

【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。

【関連規格】

JIS C 3664 “絶縁ケーブルの導体”のクラス5又はクラス6

IEC/TR 60344 ”Calculation of d.c. resistance of plain and coated copper
conductors of low-frequency cables and wires – Application guide”

JIS C 3316 ”電気機器用ビニル絶縁電線”の付表1



裸端子



絶縁体付端子

【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)。

【用途】

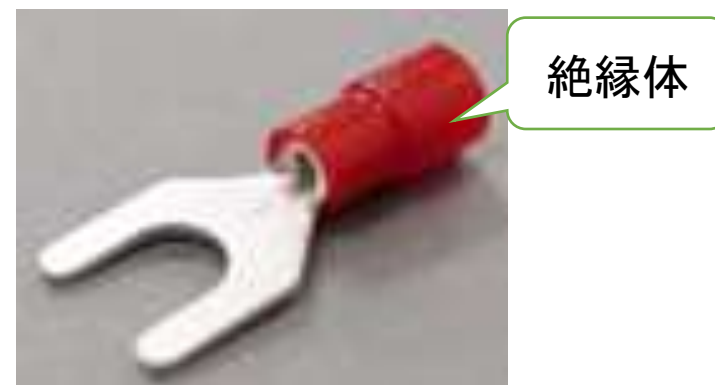
制御盤内の主回路，制御回路，接地回路に広く使用されている。

【関連規格】

JIS C 2805 “銅線用圧着端子”



裸端子



絶縁体付端子

【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)。

【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。



クリンプハイト方式
(JIS C 2809適合品)

筒形状(絶縁体なし)

筒形状(絶縁体付き)

【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に規定されたメールタブの寸法に合わせる必要がある。

【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。

【関連規格】

JIS C 2809 ”平形接続子”



裸端子

絶縁体付端子

【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いようにするために用いられる。

【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。

【関連規格】

- － (JEM規格作成中)



裸端子



絶縁体付端子

【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。

【用途】

主に制御盤内の信号線に使われる。



棒部(圧着部)

圧着部のみの
フェルール端子



筒部(絶縁体)

絶縁体付き
フェルール端子



電線を圧着した例



2線用フェルール端子

【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。

【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。

【関連規格】

DIN 46228-1(圧着部のみ) Tubular end-sleeves without plastic sleeve

DIN 46228-4(絶縁体付き) End-sleeves - Part 4: Tubular end-sleeves with plastic sleeve

UL 486F Bare and Covered Ferrules



<棒端子>



<フェルール端子>

■ フェルール端子特徴

- 筒部と棒部が一体化されており、電線を圧着した部分がそのまま端子台との接続部となる。

■ 棒端子特徴

- 丸端子の舌部が棒状になっている。
- 丸端子の圧着工具が流用可能。

■ 関連規格

- フェルール端子、棒端子を総称して棒状端子と定義
(JEM-TR162 内の用語集で定義)

端子が対応可能な電線サイズ (より線及び可とうより線)

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		フェルルール端子	
	裸	絶	裸	絶	裸	絶	裸	絶	裸	絶	裸	絶
325	○											
↵	○											
(185)	○										○	
150	○										○	○
↵	○										○	○
22	○										○	○
14	○		○				○		○		○	○
8	○		○		○		○		○		○	○
6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
↵	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(0.75)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(0.50)	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
(0.30)	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
(0.20)	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○
(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

端子が対応可能な電線サイズ（単線）





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		フェルルール端子	
	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

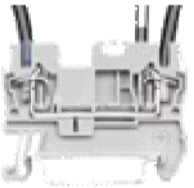

- この表は、電線接続2030JWG内の調査にて存在が確認された製品において、対応する電線サイズを調査した結果である。
実際の製品が対応する電線サイズは、機器メーカーの資料等にて確認いただきたい。
- 電線太さにおける、括弧なしはJIS C 3307に基づく電線太さであり、括弧ありはJIS C 3307に基づいていない電線太さである。
- IEC及びAWGの電線太さでの使用可否は、端子メーカーの資料等にて確認いただきたい。

4.2 締付具の種類



ねじ式

セルフアップ式	ばねアップ式	押締式	スタッド式
			

ねじなし式

ケージ式	プッシュイン式
	

その他

ラグ式	タブ式	ラッピング式	圧接接続式
			



【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。

【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。

【関連規格】

JIS C 8201-1”低圧開閉装置及び制御装置－第1部：通則”

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

NECA C 2811”工業用端子台”



【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。

【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。

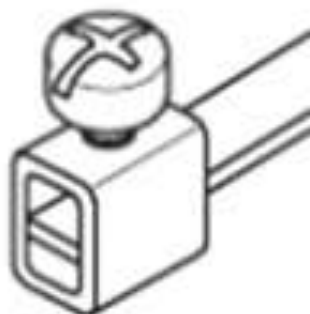
【関連規格】

JIS C 8201-1”低圧開閉装置及び制御装置－第1部：通則”

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

NECA C 2811”工業用端子台”



電線接続口

【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 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。

【用途】

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。(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。)

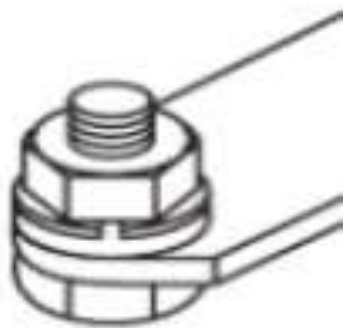
【関連規格】

JIS C 8201-1”低圧開閉装置及び制御装置－第1部：通則”

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

NECA C 2811”工業用端子台”



【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。

【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。

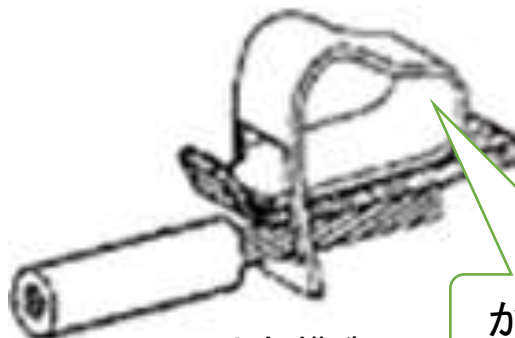
【関連規格】

JIS C 8201-1”低圧開閉装置及び制御装置－第1部：通則”

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

NECA C 2811”工業用端子台”



内部構造図

かご状構造ばね



内部構造の写真

【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。

【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。

【関連規格】

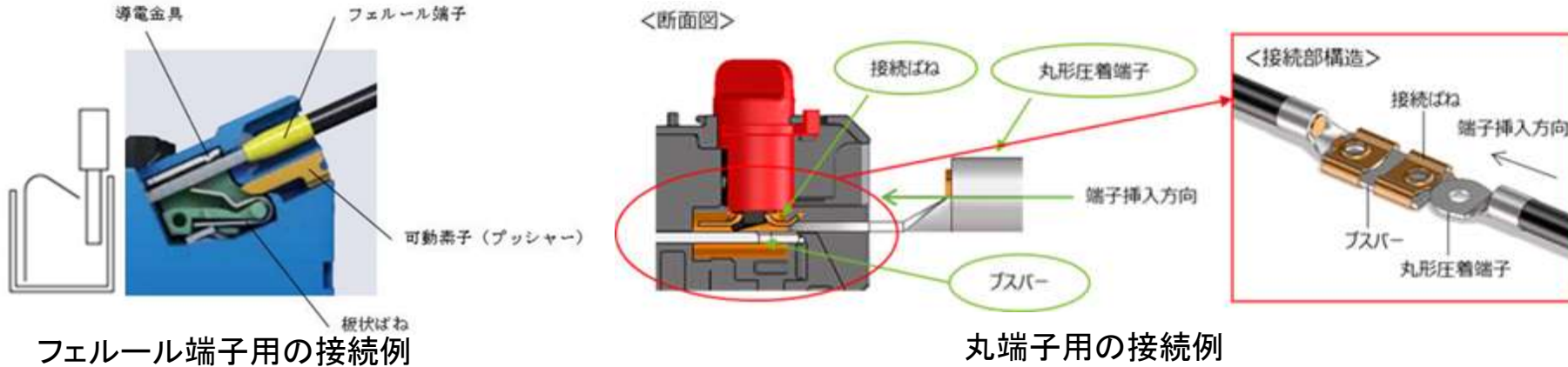
JIS C 8201-1”低圧開閉装置及び制御装置—第1部:通則”

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

NECA C 2811”工業用端子台”

ねじなし式:プッシュイン式(差込式)



フェルール端子用の接続例

丸端子用の接続例

【特徴】

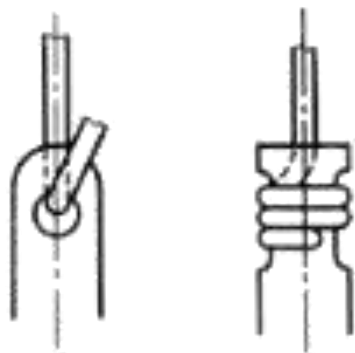
- 電線又は端末処理をした導体を締付具に押し込むだけで、工具(ドライバなど)を使用せずに結線可能である。また、より線及び可とうより線についても、ドライバなどを使用することで結線可能である。
- ねじ締めが不要でねじ式と比較して少ない配線工数で結線が可能であり、ねじ締めの技能管理や、振動などによるねじ緩みに対する増締めも不要である。
- 丸形端子を使用しない締付具は、丸形端子を使用する締付具に比べ、狭ピッチ化、省スペース化ができる。
- 「可動素子(プッシャー)をもつ」と「可動素子(プッシャー)をもたない」製品がある。

【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。

【関連規格】

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



模式図



端子台の例

【特徴】

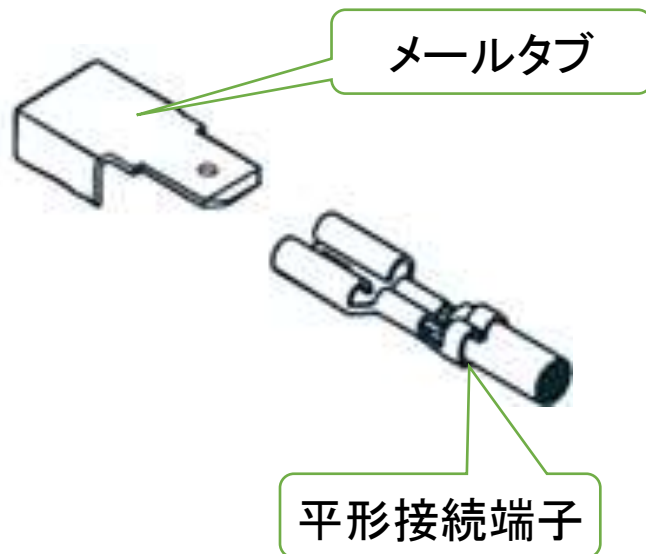
- 細い導体の接続に適しているが、はんだ付け作業を要する。
- ねじなどの締付機構を備えていないため、最小のスペースで電線接続が可能であるが、接続には、はんだ、はんだごてなどの器具が必要である。また、はんだ付け作業には、一定の技術が必要である。

【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。

【関連規格】

NECA C 2811”工業用端子台”



【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。

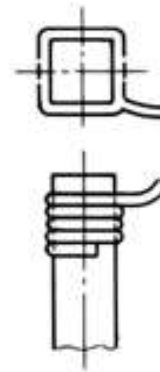
【用途】

各種スイッチの端子部や基板の端子部に使用される。

【関連規格】

NECA C 2811 ”工業用端子台”

JISC 2809 ”平形接続子”



※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

【特徴】

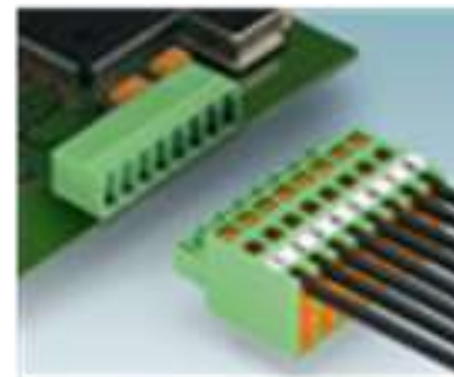
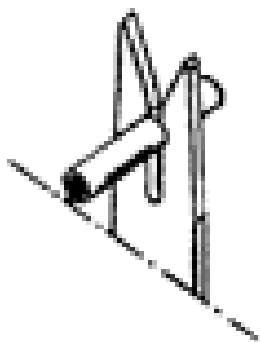
- 接続(巻付け)には専用の工具が必要。
- はんだ付けより接触信頼性がある。
- 太い電線には対応できない。

【用途】

主に通信機器の信号線の接続に使用される。

【関連規格】

NECA C 2811”工業用端子台”



【特徴】

- 電線接続の外皮剥きが不要で、電線の接続時間の大幅短縮が可能。
- 端子を使わないので特別な技能が不要。
- 太い電線には対応できない。

【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。

【関連規格】

JISC 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：絶縁貫通式締付式 接続器具の個別要求事項”

締付具対応可能な電線サイズ (単線以外)

電線太さ (mm ²)	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
導体種類	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	○	○	○	○	○	○	○	○		○
∩	○	○	○		○	○	○	○		○
(0.30)	○	○	○		○	○	○	○		○
(0.25)			○		○	○	○	○		○
∩			○		○	○	○	○		
(0.20)			○		○	○	○	○		
∩			○		○	○				
(0.08)			○		○	○				
(0.05)			○		○					

締付具対応可能な電線サイズ (単線)

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
(φ 4.6)			○		○	○				
∩			○		○	○				
φ 1.6			○		○	○				○
φ 1.2			○		○	○	○			○
φ 1.0			○		○	○	○			○
φ 0.8			○		○	○	○		○	○
(φ 0.65)			○		○	○	○		○	○
(φ 0.5)			○		○	○	○		○	

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

4.3 電線端末処理と締付具の組合せ

締付具の通称 注1	接続可能導体 (○:可能, —:不可)								
	導体 (端末未処理) 注2			圧着端子付き導体 (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	フェルール端子
ねじ式 (セルフアップ方式)	○注6	○注6	○注6,注7	○	○	—	—	—	○注8
ねじ式 (ばねアップ方式)	○注6	○注6	○注6,注7	○	○	—	—	—	○注8
押締式	○	○	○注6,注7	—	—	—	○	○	○
スタッド式	—	—	—	○	○	—	—	—	—
ケージ式	○	○	○注7	—	—	—	○	○注9	○
プッシュイン式(差込式)	○注4	○注4	○注4,注7	○注5	○注5	—	○	○注9	○
ラグ式	○	○	○	—	—	—	—	—	—
タブ式	—	—	—	—	—	○	—	—	—
ラッピング式	○	—	—	—	—	—	—	—	—
圧接続式	○	○	○	—	—	—	—	—	—

注1: JIS C 8201-1において「締付具」は、機械的及び電氣的に導体を接続するために必要な部分をいう。

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をいう。

注2: JIS C 8201-1において、端部に圧着端子等を取り付けていない導体は「端末未処理導体」という。

注3: JIS C 8201-1において、端部に圧着端子等を取り付けた導体は「端末処理導体」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: 丸形圧着端子付き導体やY形圧着端子付き導体は、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。

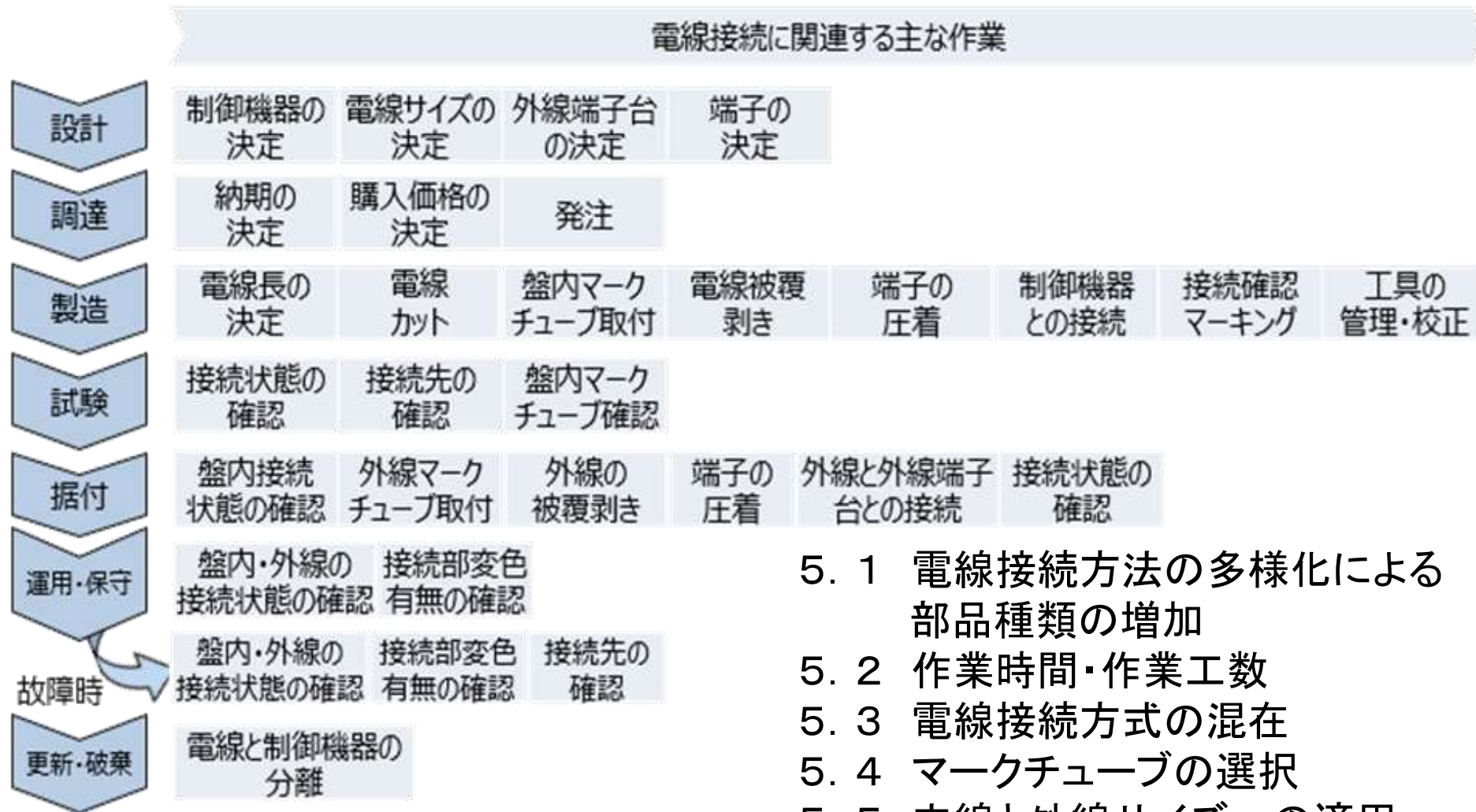
注7: 可とうより線を接続する場合、素線のバラけに十分注意する。フェルール等の圧着端子で素線を束ねることにより、短絡等の相間の絶縁不安が解消される。

注8: ねじ式でフェル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。

5. 電線接続方式の選定

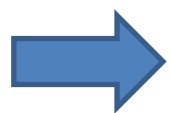
制御盤製造のライフサイクル



- 5. 1 電線接続方法の多様化による部品種類の増加
- 5. 2 作業時間・作業工数
- 5. 3 電線接続方式の混在
- 5. 4 マークチューブの選択
- 5. 5 内線と外線サイズへの適用
- 5. 6 接続における信頼性の確保



- 制御機器選定では，部品増加に伴うコスト・工数増加も考慮要
- 電線接続方式によって圧着工具など専用品が必要な場合あり
- 作業手順書，検査要領書，検査成績書などの管理にも影響



電線接続方式の決定には、
付随する管理作業などの考慮が必要

5.2 作業時間・作業工数

制御盤の配線に係る作業

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)



ねじ式



ねじなし式

制御盤内配線例

配線における主な作業

	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) 7.定期点検	①機器間導通チェック, 機器動作確認	○	○
	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:×

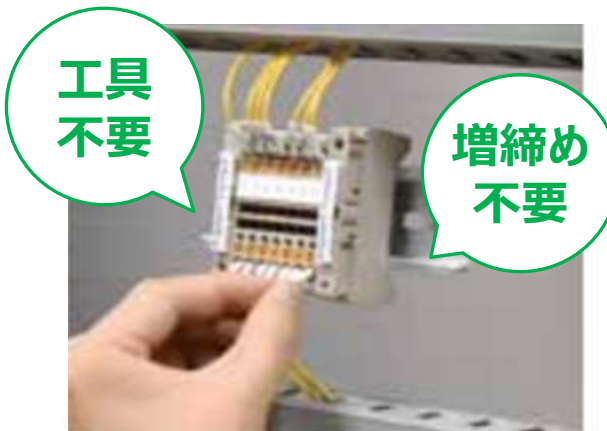
*1 端末未処理導体の場合には, 圧着作業は不要である。

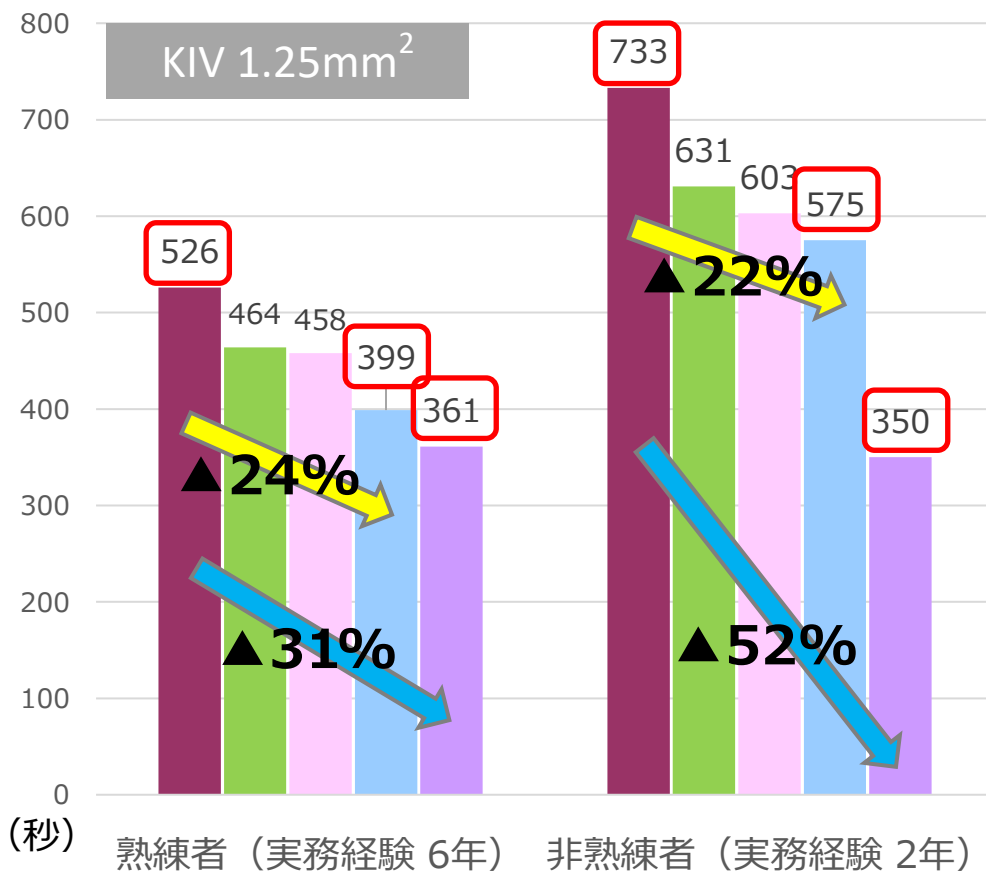
*2 より線及び可とうより線の場合には, ひげが出ないように管理する必要がある。

ねじ式



プッシュイン式





- ① セルフアップ方式 + 丸形端子
- ② セルフアップ方式 + Y形端子
- ③ ばねアップ方式 + Y形端子
- ④ ケージ式 + フェルール端子
- ⑤ ケージ式 + 端末未処理導体



- 20か所の接続点をもつ端子台にそれぞれ電線1本ずつ接続した。
- 経験6年の熟練者と2年の非熟練者で熟練度による作業時間の違いを調査した。
- それぞれ3回作業をおこない、作業習熟度の影響を調査した。

接続方式と作業熟練度による所要作業時間の違い

(JSIA 「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」より)

5.3 電線接続方式の混在

【選定～調達・試験】

「適合規格」「コスト」「調達ルート」「納期」「試験基準」などが混在

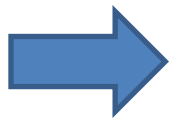
【製造・保守点検】

<ねじ式>

- ・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>

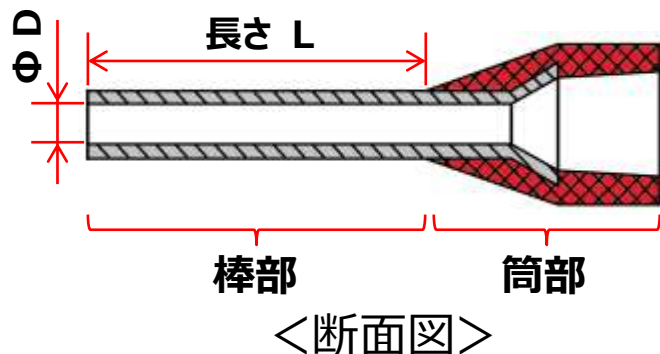
- ・国内規格に留まらずグローバル機器が多いため，日本国内の制御盤メーカーは調査しながらの作業になることもある。電線サイズによる端子や使用する圧着工具もメーカーにより差がある。



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。

フェルール端子と圧着工具

■ フェルール端子の構造



選定ポイント
 ϕD : 電線径
 長さ L : 電線長さ



**丸形端子と圧着部が異なるため
フェルール端子の専用工具が必要**

■ 電線径と圧着工具



	mm ²	0.14	0.25	0.34	0.5	0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50
製品A																
製品B																
製品C																
製品D																

<2線用>

	0.5x2	0.75x2	1x2	1.5x2	2.5x2	4x2	6x2	10x2	16x2

※フェルールと圧着工具の組み合わせでUL認証品として使用可能

■ 自動圧着機

- ・棒端子や丸形端子同様の電線加工環境が整ってきている
- ・作業者の熟練レベルに依存しない圧着品質



5.4 マークチューブの選択

電線接続(端子)の種類	マークチューブ脱落の可能性
端末未処理導体	× (可能性あり)
棒状圧着端子	× (可能性あり)
丸形圧着端子及びY形圧着端子	○ (可能性なし)

電線を挿入する前の状態



電線挿入時に脱落発生



端末未処理導体

フェルール端子

■ フラットチューブ



フラットチューブでの配線例

■ ヒダ付きマークチューブ



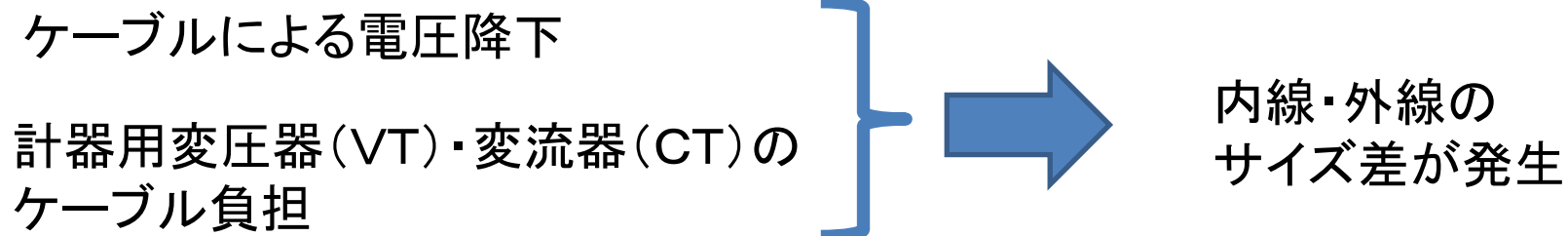
電線挿入時外観

2本ヒダ付きマークチューブ



3本ヒダ付きマークチューブ

5.5 内線と外線サイズへの適応



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

* 機器メーカーにより接続できる範囲が定められている。

ねじ式とねじなし式の対応電線サイズ

単位 mm

ねじ式

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	5.5-6	5.5	6	2.63~6.64	5
	5.5-8		8		
	5.5-10		10		
	100-10	100	10	96.3~117.2	100
	100-12		12		

ねじなし式

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	極数	接続範囲	極数
			より線			①	①	②	②
			mm ²			mm ²	mm ²	mm 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	-	-

5.6 接続における信頼性の確保

接続の信頼性

主観的要因

- ・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

客観的要因

物的要因（採用段階）

- ・用途に対する適切な接続方式の選定・適用
- ・接続を構成する各部品の特性を踏まえた各部品の選定・適用
- ・接続を構成する各部品の品質管理
- ・使用環境・外的要因・内部応力に伴う接続部へのストレス軽減対策の適用

人的要因（製造・点検・保守段階）

- ・作業品質管理
- ・工具の性能管理

ゆるみ：ねじの緩み

脱落：電線の接続外れ

に対する信頼性

■ 作業不良

- 作業方法の誤り
- 作業者の練度不足
- 工具の不適切使用
- 工具の不適切管理

■ 経年変化

- 熱による膨張・収縮による締付力低下
- 電線素線のぼぐれによる応力緩和

■ 外力

- 輸送による振動
- 振動源による振動

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

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

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

接続信頼性に関する規格：IEC規格、EN規格、UL規格、JIS規格

国際規格のIEC規格へ整合が進む

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能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	○
	構造性能評価*4	耐振動	○
		耐衝撃	○
		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。

ねじ式・ねじなし式ともに規格（IEC・JIS等）において試験・評価が規定されている。
端子台・機器メーカーは規格で規定する評価を行って接続信頼性を確保している。

評価分類	評価項目	JIS C 8201-1 試験条件
構造性能 評価	ねん回試験	135 回連続回転, おもり0.4kg※ ※電線サイズ1.5mm ² の場合
	電線引張試験	1 分間, おもり0.4kg※ ※電線サイズ1.5mm ² の場合
	締付強度試験	5 回脱着
電氣的性能 評価	接触抵抗 ※ねじなし式のみ	電圧降下15mV以下 (1時間通電後)
	温湿度サイクル ※ねじなし式のみ	192サイクル (試験後電圧降下22.5mV以下、 24サイクル目の測定値の1.5倍以下)
	温度上昇	端子65K以下(銅又は銅合金の場合)
	耐電圧	1890V(定格絶縁電圧690Vの場合)
環境性試験	温湿度 塩水噴霧 耐振動 耐衝撃	標準使用条件の基準と異なる特定 環境条件(例えば, 船舶)での使 用を意図した試験方法※ ※ユーザの使用条件で実施する特殊試験



- 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。
- グローバル化により、ねじ式以外の電線接続方式も増加してきている。
- 電線接続方式の変更は制御盤製造の作業方法、信頼性確保の方法も変わってくる。各方法の理解が不可欠。