CC-Link IE TSN

CC-Link IE TSN
敷設マニュアル

CC-Link協会
http://www.cc-link.org/

BAP-C3007-001-A

CC-Link IE TSN

CC-Link IE TSN
敷設マニュアル

本書では、CC-Link IE TSN 対応製品を使用してネットワークを構築するにあたり、事前に検討しておくべき事項や敷設現場での確認事項、敷設に当たっての注意事項を示します。本書を、CC-Link IE TSN のスムーズな構築のためにご活用いただければ幸いです。

改定履歴

副番	改定内容	発行年月
*	初版	2018 年 11 月
A	・2.2 章、3.1.1 章、3.2.3.1 章：100Mbps 通信時のコネクタを追記。 ・2.3 章：スター混在時の配線例を修正。認証クラス混在時の注意点を追記。 ・2.3 章、3.1 章：機能名を修正。 ・3.1.1 章：心数について、1Gbps と 100Mbps で分割して記載。 ・2.3 章、3.2.1 章、3.3.2 章：誤記修正。	2019 年 4 月

目次

1. ネットワーク敷設手順

1.1. ネットワーク敷設手順

敷設手順を図 1.1-1に示します。
システム設計に際しては、本書全体の注意事項を確認してください。

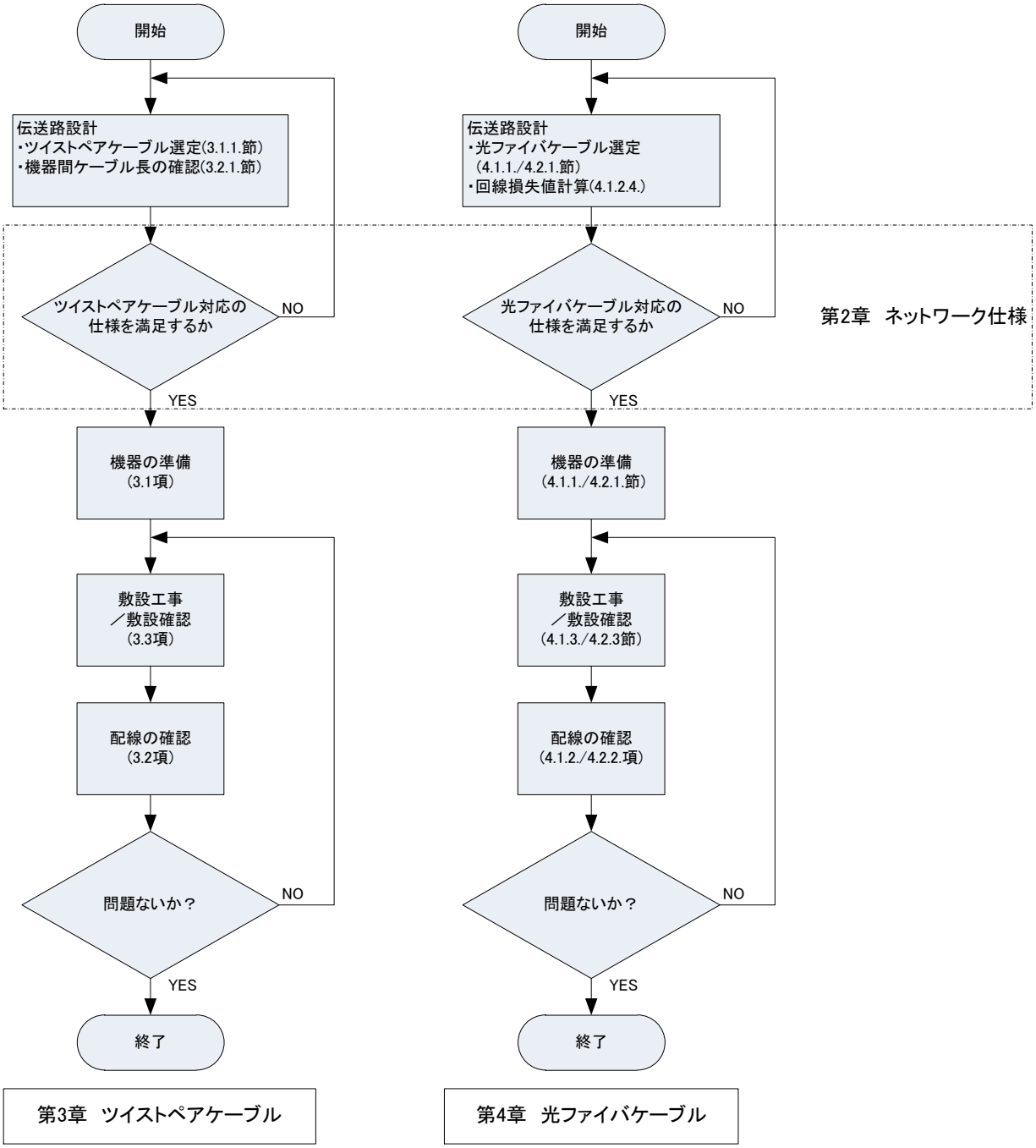


図1.1-1 敷設手順

2. ネットワーク仕様

2.1. ネットワーク構成の概要

CC-Link IE TSN の構成要素

局：　ネットワークを構成し、データの送受信や転送を行う要素を指す。
以下の局種別があります。

マスタ局
管理マスタ局および制御マスタ局の総称。

スレーブ局
マスタ局以外の局の総称。

管理マスタ局
制御マスタ局のうち、ネットワーク管理を行う局。同一ネットワーク上に 1 局のみ存在する。

制御マスタ局
制御情報（パラメータ）を持ち、スレーブ局、および他マスタ局をサイクリック伝送、トランジェント伝送により制御する局。

ローカル局
マスタ局および他ローカル局との n:n のサイクリック伝送と他の局との 1:n のサイクリック伝送が可能で、他の局とトランジェント伝送が可能である局。トランジェント伝送においては、サーバ機能とクライアント機能を持つ。

リモート局
他の局との 1:n のサイクリック伝送とトランジェント伝送が可能である局。トランジェント伝送においては、サーバ機能とクライアント機能を持つ。

接続ケーブル：　配線部品試験仕様に準拠したケーブルを使用します。

ツイストペアケーブル

1Gbps
ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5e 以上)準拠のケーブルを使用します。

100Mbps
ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5 以上)準拠のケーブルを使用します。

光ファイバケーブル

1Gbps(光)
IEC 60793-2-10 Types A1a.1(50/125μm multimode)準拠のケーブルを使用します。

100Mbps(光)
CLPA の配線部品試験仕様に準拠した POF ケーブル、HPCF ケーブルを使用します。

コネクタ：　仕様に準拠したコネクタを使用します。

ツイストペアケーブル

1Gbps

ANSI/TIA/EIA-568-B の 8 ピンコネクタに準拠した RJ45 コネクタを使用します。または、IEC61076-2-109 準拠 X-Coding の 8 極仕様の M12 コネクタを使用します。

100Mbps

ANSI/TIA/EIA-568-B の 8 ピンコネクタに準拠した RJ45 コネクタを使用します。または、IEC 61076-2-101 準拠 D-Coding の 4 極仕様、もしくは IEC61076-2-109 準拠 X-Coding の 8 極仕様の M12 コネクタを使用します。

光ファイバケーブル

1Gbps(光)

IEC 61754-20(Type LC connector)準拠の 2 連 LC 型コネクタを使用します。

100Mbps(光)

IEC 61754-16(Type PN connector)準拠、
もしくは IEC 61754-24(Type SC-RJ connector)準拠のコネクタを使用します。

中継コネクタ：　ツイストペアケーブルおよび光ファイバケーブル敷設時に、ケーブルとケーブルを接続する場合に使用し、装置の独立性、保守性、耐環境性を確保することができます。
また、機器のコネクタ接続部へのストレスを軽減するため、盤内配線に撚り線ケーブルを使用し、盤外配線に単線ケーブルを用いる場合に使用します。

スイッチ：　複数のイーサネットポートを持ち、フレームの転送を行う中継装置です。また、ライン型配線とスター型配線を混在させる事も可能です。

2.2. 通信仕様

CC-Link IE TSN は、IEEE802.3 の 1000BASE-T、1000BASE-SX、100BASE-TX の技術を使用したネットワークです。CC-Link IE TSN のケーブル敷設に係わる通信仕様を表 2.2-1に示します。

表2.2-1 通信仕様

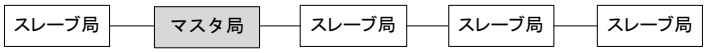
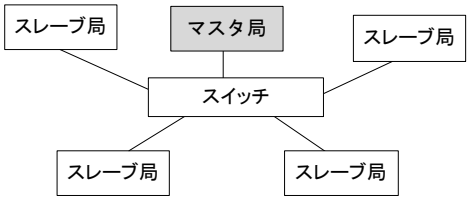
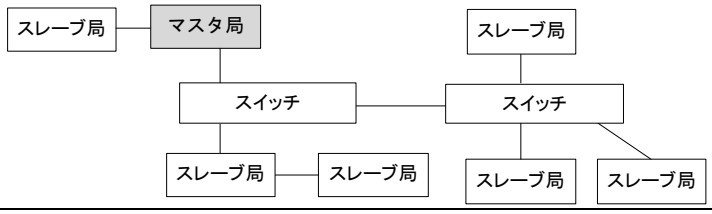
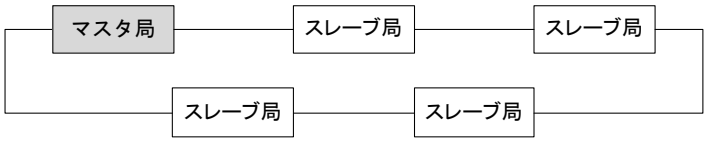
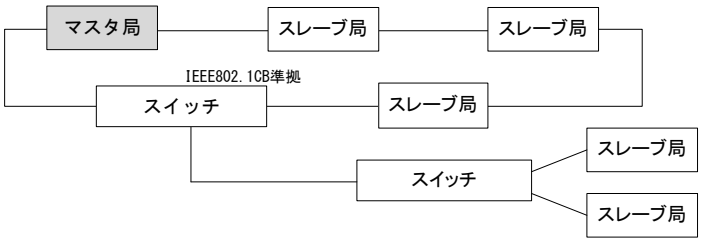
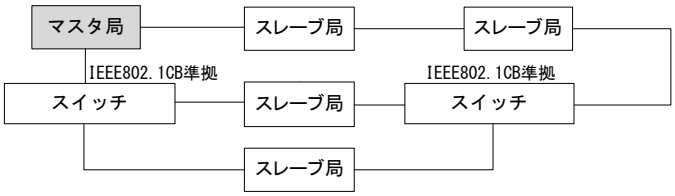
項目			仕様
通信速度			1Gbps/100Mbps
1 局当たりの最大サイクリックサイズ			各局、入出力合計で最大 4G（4,294,967,296）オクテット
トランジェント伝送			各局サーバ機能、クライアント機能あり 伝送容量は SLMP と同一。
通信方式			時分割方式
同期機能			IEEE802.1AS、および IEEE1588v2 準拠
1 ネットワークの接続ノード数			64,770 台（マスタ局とスレーブ局の合計）
最大ノード間距離			・ツイストペアケーブル(IEEE 802.3 準拠)の場合：100m ・光ファイバ(IEEE 802.3 準拠マルチモードファイバ）の場合：550m
最大分岐数			上限なし
トポロジー			ライン、スター、ライン・スター混在、 リング、リング・スター混在、メッシュ
接続仕様	ツイストペアケーブル仕様	ケーブル仕様	1Gbps：IEEE 802.3 1000BASE-T 規定ケーブル ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5e 以上)のシールド、または二重シールドタイプを推奨 100Mbps：IEEE 802.3 100BASE-TX 規定ケーブル ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5 以上)のシールド、または二重シールドタイプを推奨
		コネクタ仕様	RJ45 コネクタ(1Gbps)：ANSI/TIA/EIA-568-B の 8 ピンコネクタに準拠したシールド付 RJ45 を推奨 RJ45 コネクタ(100Mbps)：ANSI/TIA/EIA-568-B の 4 ピンまたは 8 ピンコネクタに準拠したシールド付 RJ45 を推奨 M12 コネクタ(1Gbps)：IEC61076-2-109 準拠 X-Coding の 8 ピンコネクタを推奨 M12 コネクタ(100Mbps)：IEC 61076-2-101 準拠 D-Coding の 4 ピンコネクタ、または IEC61076-2-109 準拠 X-Coding の 8 ピンコネクタを推奨

接続仕様	光ファイバケーブル仕様 (1Gbps)	光ファイバ仕様		IEEE 802.3 1000BASE-SX (MMF)対応光ファイバケーブル
			規格	IEC 60793-2-10 Types A1a.1 (50/125μm multimode)
			伝送損失(max)	3.5 (dB/km)以下 (λ = 850nm)
			伝送帯域(min)	500 (MHz・km)以上 (λ = 850nm)
		光ファイバ仕様		GI型プラスチック光ファイバケーブル(GI-POF)
			規格	IEC60793-2-40提案中(コア55μm外径490μm multimode)
			伝送損失(max)	100(dB/km) 以下(λ=850nm)
			伝送帯域(min)	350(MHz・km)以上 (λ= 850nm)
		コネクタ仕様		2連LC型コネクタ
			規格	IEC 61754-20: Type LC connector
			接続損失	0.3 (dB)以下
			研磨面	PC研磨
	光ファイバケーブル仕様 (100Mbps)	光ファイバ仕様		SI型プラスチック光ファイバケーブル (SI-POF)
			規格	—
			伝送損失(max)	170(dB/km)以下 (λ= 650nm)
			伝送帯域(min)	10(MHz・km)以上 (λ= 650nm)
		コネクタ仕様		SI型プラスチッククラッドファイバケーブル (SI-PCF)
			規格	—
			伝送損失(max)	19(dB/km)以下 (λ= 650nm)
			伝送帯域(min)	14(MHz・km)以上 (λ= 850nm)
		コネクタ仕様		F07型コネクタ
			規格	IEC 61754-16: Type PN connector
			接続損失	0.8(dB)以下 (対マスタファイバ)
			研磨面	規定なし

2.3. トポロジー

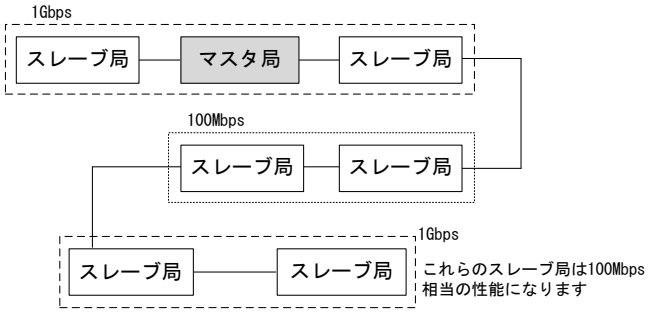
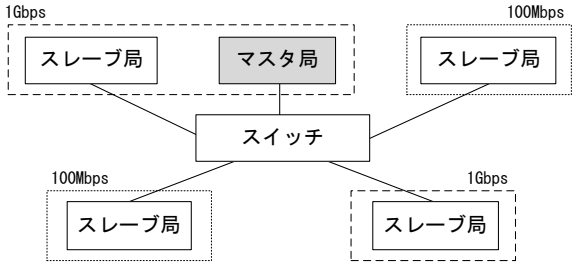
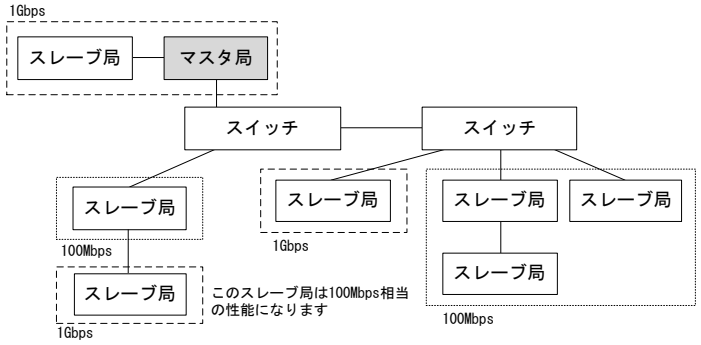
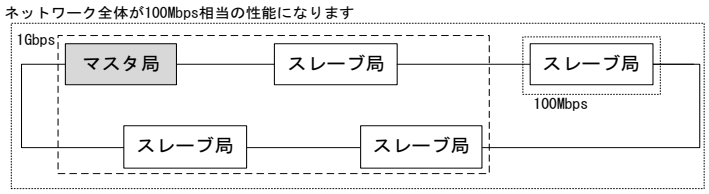
CC-Link IE TSN のトポロジーは、ライン、スター、ライン・スター混在、リング、リング・スター混在、及びメッシュ配線です。スター配線はスイッチを、リング・スター、メッシュ配線はIEEE802.1CB 準拠のスイッチを用います。機器によって、対応可能なトポロジーが異なる場合がありますので、ご注意ください。機能･性能･システム構成における詳細は、使用する各機器及びスイッチの仕様をご確認ください。なお、接続ケーブルは、スイッチ間も推奨ケーブルをご使用ください。

表2.3-1 トポロジー

トポロジー	配線例	ポイント
ライン		・各局のポート間をケーブルで接続します。 ・マスタ局は任意の位置に配置可能です。
スター		・スイッチのポートと局のポートをケーブルで接続します。 ・マスタ局は任意の位置に配置可能です。
ライン・スター混在		・スイッチのポートと局のポート、または各局のポート間をケーブルで接続します。 ・複数のスイッチが接続可能です。 ・マスタ局は任意の位置に配置可能です。
リング		・各局のポート間をケーブルで接続してリングを構成するように接続します。 ・マスタ局は任意の位置に配置可能です。
リング・スター混在		・リング内は、IEEE802.1CB 準拠のスイッチのポートと各局のポート、または各局のポート間をケーブルで接続します。 ・リング外は、スイッチによるスター配線が可能です。 ・マスタ局は任意の位置に配置可能です。
メッシュ		・IEEE802.1CB 準拠のスイッチのポートと局のポート、または各局のポート間をケーブルで接続します。 ・マスタ局は任意の位置に配置可能です。

1Gbps 対応機器と 100Mbps 対応機器を混在させた場合の配線例を以下に記載します。リング配線で 1Gbps 対応機器と 100Mbps 対応機器が混在した場合、ネットワーク全体が 100Mbps 相当の性能となります。機器によって、1Gbps 対応機器と 100Mbps 対応機器の接続にスイッチが必要な場合がありますので、ご注意ください。

表2.3-2 1Gbps 対応機器と 100Mbps 対応機器の混在

トポロジー	配線例	ポイント
ライン		・100Mbps 対応機器を経由して 1Gbps 対応機器を接続した場合、これらの 1Gbps 対応機器は 100Mbps 相当の性能になります。
スター		・スイッチを経由させて、1Gbps 対応機器と 100Mbps 対応機器の混在が可能です。 ・1Gbps と 100Mbps 対応機器は、それぞれ任意の位置に配置が可能です。
ライン・スター混在		・スイッチを経由させて、1Gbps 対応機器と 100Mbps 対応機器の混在が可能です。 ・100Mbps 対応機器を経由して 1Gbps 対応機器を接続した場合、これらの 1Gbps 対応機器は 100Mbps 相当の性能になります。
リング		・1Gbps 対応機器と 100Mbps 対応機器の混在が可能ですが、ネットワーク全体が 100Mbps 相当の性能になります。

複数の認証クラスが混在した場合、ネットワークの一部もしくは全体が、下位の認証クラス相当の機能・性能となります。なお、マスタ局が下位の認証クラスの場合、ネットワーク全体が下位の認証クラス相当の機能・性能になります。

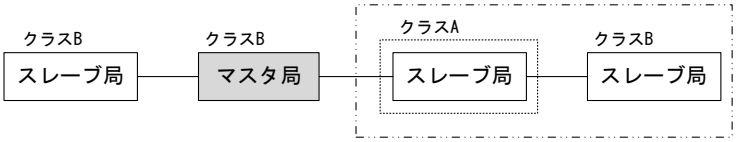
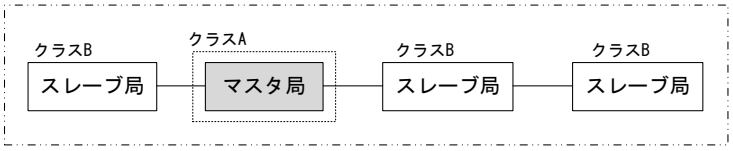
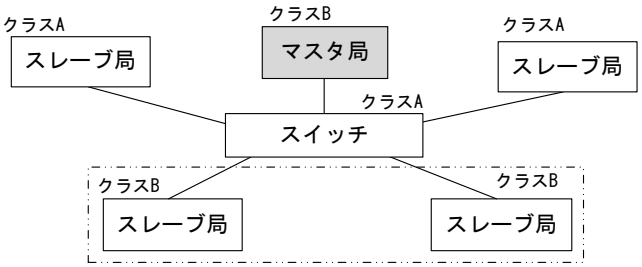
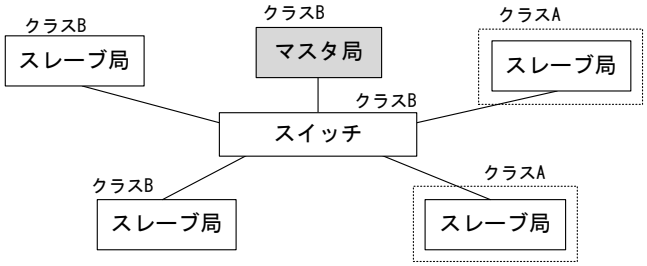
表2.3-3 機器の認証クラス定義

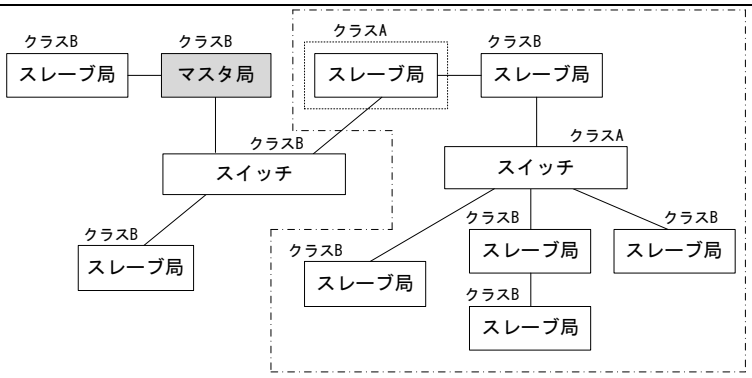
○：必須　―：任意

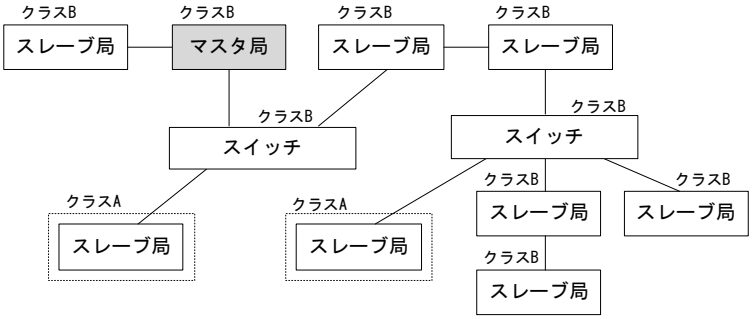
No.	機能	条件	認証クラス	
			A	B
1	受信/中継	フルレート受信/中継（※1)(※2)	―	○
2	対応規格	IEEE1588v2	○	○
		IEEE802.1AS	―	○
3	同期精度	1 μs 以下	―	○(※4)
4	サイクリック伝送	ユニキャスト	○	○
		ブロードキャスト/マルチキャスト	―(※3)	○
5	トランジェント伝送	NRSV-Transient	○	○

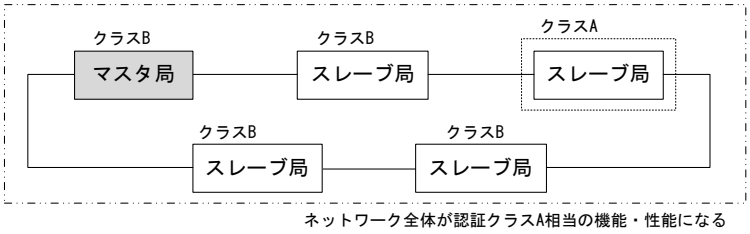
※1 1ポートの場合：受信、 2ポート以上の場合：受信と中継
※2 100Mbps 以上であれば、通信速度は問わない
※3 ローカル局の場合は、マルチキャストの実装は必須
※4 時刻同期精度 1us を保証するシステムの場合、認証クラス B の製品のみで構成する
この場合、認証クラス A の製品(スイッチ含む)を認証クラス B の製品間に配置しないこと

表2.3-4 認証クラスの混在

トポロジー	配線例	ポイント
ライン	 このスレーブ局は認証クラスA相当の機能・性能になります	・認証クラス A の機器が混在する場合、その機器以降は認証クラス A 相当の機能・性能になります。
	 ネットワーク全体が認証クラスA相当の機能・性能になります	・マスタ局が認証クラス A の場合、ネットワーク全体が認証クラス A 相当の機能・性能になります。
スター	 このスレーブ局は認証クラスA相当の機能・性能になります	・認証クラス A のスイッチを使用する場合、そのスイッチ以降は認証クラス A 相当の機能・性能になります。
		・認証クラス A の機器は、認証クラス B のスイッチに接続することで、高精度の同期通信ネットワークへの接続が可能になります。

<table>
<tr>
<td rowspan="2">ライン・
スター混在</td>
<td> 
</td>
<td>・ライン配線内に認証クラス A の機器が混在する場合、その機器以降は認証クラス A 相当の機能・性能になります。

・認証クラス A の機器は、認証クラス B のスイッチに接続することで、高精度の同期通信ネットワークへの接続が可能になります。</td>
</tr>
<tr>
<td> 
</td>
<td>・スター配線内に認証クラス A の機器が混在する場合、その機器のみクラス A の機能・性能になります。

・認証クラス A の機器は、認証クラス B のスイッチに接続することで、高精度の同期通信ネットワークへの接続が可能になります。</td>
</tr>
<tr>
<td>リング</td>
<td> 
</td>
<td>・認証クラス A の機器が混在する場合、ネットワーク全体が認証クラス A 相当の機能・性能になります。</td>
</tr>
</table>

3. ツイストペアケーブル

3.1. 接続機器の選定

CLPA の試験に合格した推奨品をご使用いただくことをお勧めいたします。

また、ケーブルとコネクタの選定においては、電線導体サイズ(AWG)、導体構造(単線、撚り線)、絶縁体外径、ケーブル外径寸法、シールド、Category 等について、適正な組み合わせであることを確認してください。

詳細につきましては「3.2.3.節」を参照してください。

3.1.1. ケーブル

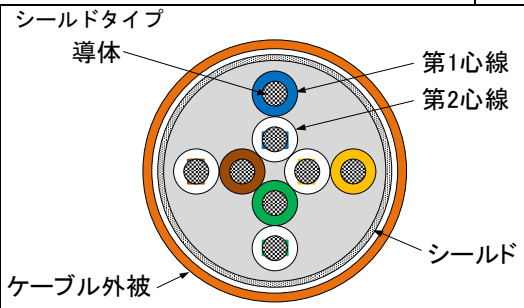
CC-Link IE TSN では、ANSI/TIA/EIA-568-B 規格に準拠した、ツイストペアケーブルをご使用いただけます。

表3.1-1 CC-Link IE TSN 推奨ケーブル仕様

項目	仕様
ケーブル種別	4 ペア平衡型ケーブル シールド、または二重シールドタイプ
準拠規格	ANSI/TIA/EIA-568-B 1Gbps:Category 5e 以上 100Mbps:Category 5 以上
心線数	1Gbps:8 心（4 対撚） 100Mbps:8 心（4 対撚）、または 4 心（2 対撚）

断面例

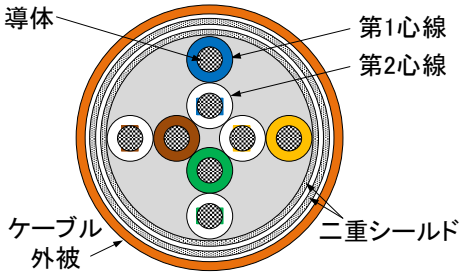
シールドタイプ

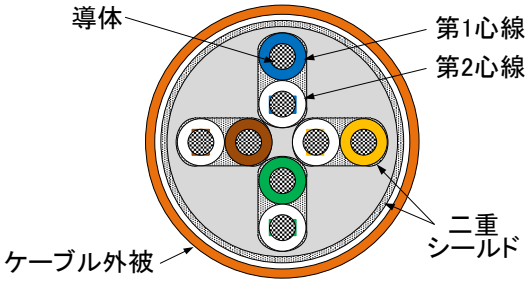


心線識別（絶縁体色）	
第 1 心線	第 2 心線
青	白／青
橙	白／橙
緑	白／緑
茶	白／茶

タイプ	シールド材	
シールド	アルミテープ	－
	軟銅線編組	－
二重シールド	アルミテープ	軟銅線編組

二重シールドタイプ





注）・長い距離を配線する場合は、24AWG 以上の単線導体のケーブルを使用してください。詳細は 3.2 項を参照してください。

・短い距離を配線する場合は、コネクタ接続部へのストレス回避のため、柔軟性があり、取り回しやすい撚り線導体ケーブルや可動ケーブルの使用を推奨します。

・工場内での特殊な環境（例：耐熱・耐油・可動部等）で敷設経路を構築する場合には環境面に配慮された部材を選定してください。各部材の耐環境性については、各メーカの仕様をご確認してください。

・工場内の通信環境に応じて、シールド/二重シールドタイプのいずれかを選定ください。二重シールドタイプはシールドタイプに比較して、シールド能力が強化されています。

3.1.2. コネクタ

ANSI/TIA/EIA-568-B 準拠の、シールド付 RJ45 コネクタを使用してください。Category 5e 以上のコネクタを推奨します。

M12 コネクタ(1Gbps)の場合は、IEC61076-2-109 準拠の X-Coding の 8 極仕様のコネクタを使用してください。M12 コネクタ(100Mbps)の場合は、IEC61076-2-101 準拠の D-Coding の 4 極仕様のコネクタ、または IEC61076-2-109 準拠の X-Coding の 8 極仕様のコネクタを使用してください。

3.1.3. 中継コネクタ

ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5e)の RJ45 ジャックの仕様に準拠した中継コネクタを使用してください。

M12 コネクタの場合は、IEC61076-2-101、もしくは IEC61076-2-109 準拠の中継コネクタを使用してください。

また、シールド付の中継コネクタを使用してください。

3.1.4. スイッチ

CC-Link IE TSN では、表 3.1-2の認証条件を満たすスイッチを推奨します。リピータ HUB は使用できません。

高精度の同期通信を保証したい場合は、認証クラス B のスイッチを使用してください。リング・スター混在、及びメッシュ配線時は、IEEE802.1CB 準拠のスイッチを使用してください。

表3.1-2 スイッチの認証クラス定義

○:必須 —:任意

No.	準拠規格		認証クラス	
			A	B
1	リンクアップ/中継	1000BASE-T(IEEE802.3ab)準拠	○(※)	○(※)
		100BASE-TX(IEEE802.3u)準拠		
		Auto MDI/MDI-X	○	○
		オートネゴシエーション	○	○
2	対応規格	IEEE1588v2 準拠	—	○
		IEEE802.1AS 準拠	—	○
3	同期精度	1μs 以下	—	○
4	Time aware Queuing	IEEE802.1Qbv 準拠	—	○

※どちらか一方、もしくは両方に対応のこと

3.2. 配線の確認

CC-Link IE TSN の機器と機器(あるいはスイッチ)との間の配線は、ANSI/TIA/EIA-568-B Category 5e に従う必要があります。敷設の際には以下の事項を確認してください。

①配線長(3.2.1節参照)
②コネクタの数(3.2.2節参照)
③コネクタ(プラグ・ジャック)とケーブルの結線(3.2.3節参照)
④伝送特性(3.2.4節参照)

3.2.1. 配線長

CC-Link IE TSN における、機器間の物理的な配線長の仕様は最大 100m です。(機器とは、CC-Link IE TSN 機器やスイッチ等を意味します。ケーブル同士をつなぐコネクタ等の受動部品は機器には含まず、配線の一部とみなします。)

配線仕様を規定している ANSI/TIA/EIA-568-B 規格においては、この機器間の配線のことをチャネル(Channel)と呼び、ケーブルやコネクタを組み合わせた状態を想定して、ケーブル単体、コネクタ単体の伝送特性とは別にチャネルの伝送特性を規定しています。

図 3.2-1の例では、機器間をつなぐチャネルが計 5 箇所あり、各々のチャネルの配線長が 100m 以下であること、及び各々のチャネルが伝送特性規定を満たすことが要求されています。

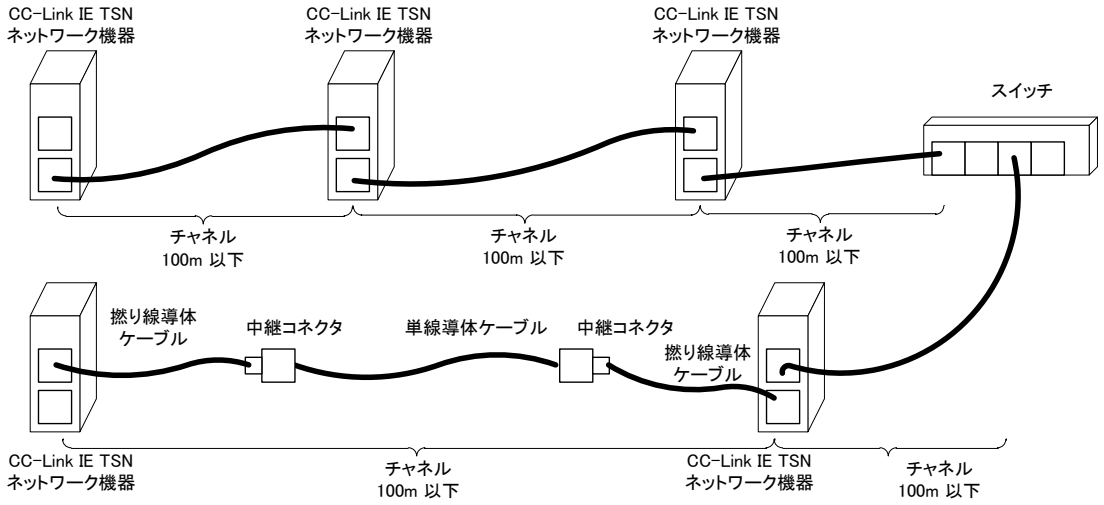


図3.2-1 配線長

機器間の配線、即ち各々のチャネルの伝送特性がチャネルの規格値を満足する必要があり、ケーブルの種類や周囲温度によっては 100m まで伸ばせない場合があります。特に、使用する配線部品(ケーブル・コネクタ)の挿入損失や遅延時間の総量がチャネルの規格値以下である必要があります。詳細については「3.2.4.伝送特性」を参照してください。

特に、以下の場合には注意が必要です。

・撚り線導体のケーブルの場合

撚り線導体のケーブルは一般に挿入損失が大きく、100m 延線した場合にはチャネルの挿入損失の規格を満たさない事があります。

※ANSI/TIA/EIA-568-B 規格の Category 5e においては、単線導体のケーブル 90m と撚り線導体のケーブル 10m を組み合わせた状態を想定してチャネルの規格値を定めています。撚り線導体のケーブルは単線導体のケーブルに比べ挿入損失が大きくなるため、伝送可能距離は短くなります。詳細についてはケーブルメーカへ確認してください。

長い距離を配線する場合には単線導体のケーブルを使用してください。

・導体サイズが細い場合

一般に 24AWG(0.5mm)より細い導体の場合には、挿入損失が大きく伝送可能距離が短くなります。

・可動部用など、特殊なケーブルの場合

ケーブルメーカが提示する伝送特性(特に挿入損失・遅延時間)、及び伝送可能距離をご確認の上、ご使用ください。

・複数のケーブルをつなぎ合わせて使用している場合

例えば盤内に機器が設置されており、盤内に短いケーブルが使用されている場合にはこの盤内のケーブルの長さ・挿入損失・遅延時間も考慮に入れる必要があります。また、中継コネクタ(ジャック-ジャック)等を用いてケーブルを複数つなぎ合わせている場合には機器から機器の間の全てのケーブル・コネクタの挿入損失・遅延時間を考慮に入れる必要があります。

・周囲温度が高い場合

使用される温度環境（ケーブル敷設環境）によって最大機器間長が異なります。表 3.2-1を目安に機器間のケーブル長を決めてください。詳細は「3.2.4.伝送特性」にて機器間の挿入損失を算出し、規定値以内であることを確認してください。

温度が高くなると、ケーブルの挿入損失が大きくなり、伝送可能距離が短くなります。一般的なシールド付ケーブルの例として、1℃あたり約 0.2%挿入損失が増加します。ケーブルの挿入損失は通常 20℃時の値を仕様としており、部分的にでも、ケーブルが高温になる場合には、温度が上がった状態にて規定の挿入損失を満たすようにしなければなりません。

また、20℃時にてチャネルの規格値に対し余裕がないと、周囲温度の変化により挿入損失の規格値を超えてしまう恐れがあります。高温時のケーブルの挿入損失については、ケーブルメーカの温度係数の仕様を基に算出してください。

表3.2-1 温度環境と最大機器間長(例)

ケーブルの周囲温度(℃)	最大ケーブル長 L[m]	最大機器間長[m] (図 3.2-2のパッチコードを含むチャネル)
20	90.0	100.0
25	89.5	99.5
30	88.5	98.5
35	87.7	97.7
40	87.0	97.0
45	86.5	96.5
50	85.5	95.5
55	84.7	94.7
60	83.0	93.0

「参照規格」（『ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1 Annex G』）

条件）表 3.2-1は、図 3.2-2のように 10m パッチコードまたは機器コード類（20℃環境下）を含むチャネルを仮定しています。

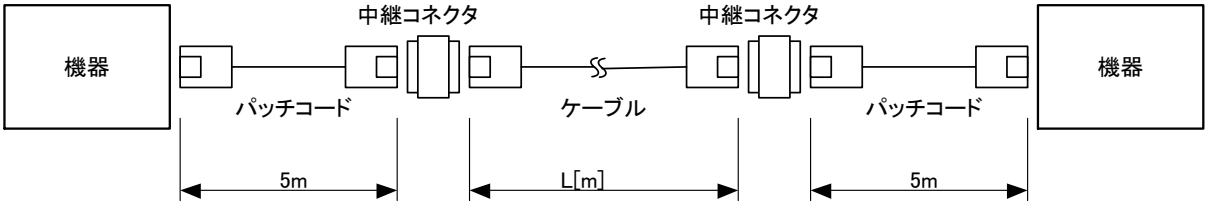


図3.2-2 温度環境とチャネル構成図

3.2.2. コネクタの数

1 つのチャネルの中のコネクタの数は 4 個以下としてください。但し、以下の条件に注意してください。

・チャネルの両端の機器につながる部分のプラグは数に含めません。ケーブル同士が中継される部分のプラグ・ジャックの 1 組を 1 個と数え、コネクタの数が 4 個以下となるようにしてください。

中継コネクタ(ジャック-ジャック)を使用している場合には、中継コネクタ 1 個でコネクタ数は 2 個と計算してください。

3.2.3. コネクタとケーブル結線および注意事項

結線加工が不十分であると、M12 コネクタの防水性能の低下、ケーブルとコネクタの接触不良などによる通信不良が生じやすくなるため、コネクタメーカ指定の加工手順に従い、充分に注意して作業してください。

3.2.3.1. RJ45 コネクタ

ケーブルとコネクタ(プラグ・ジャック)を結線する際には、ANSI/TIA/EIA-568 規格に定められた結線方法ならびに、コネクタメーカが指定する結線方法・作業手順に従ってください。

ANSI/TIA/EIA-568 規格では、下記に示す T568A、T568B の 2 パターンの結線方法を指定しています。これ以外の結線方法では、誤配線のもととなり、また、所定の伝送特性が得られず通信不能となる可能性が高くなります。

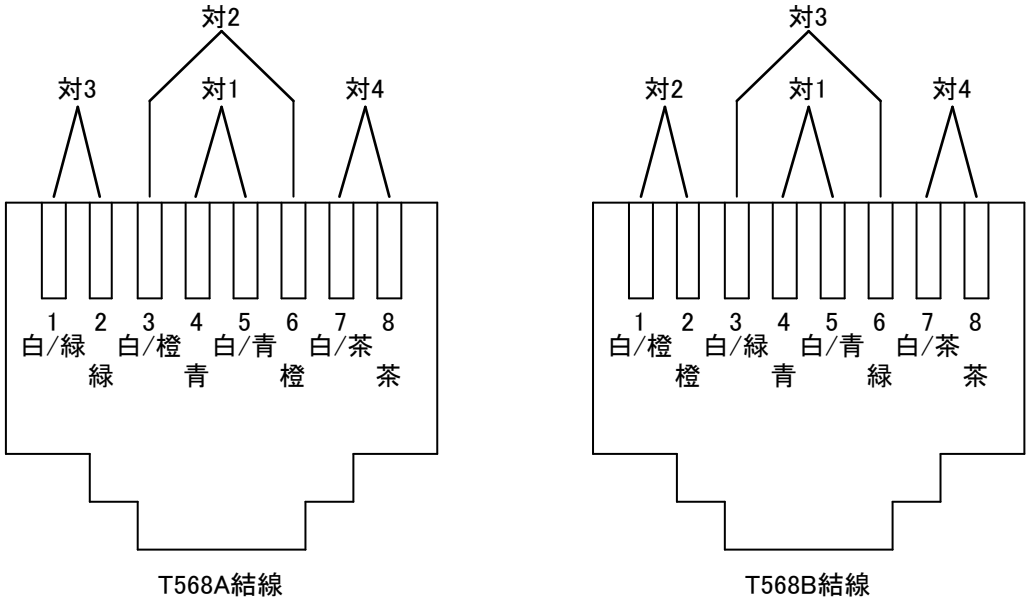


図3.2-3 RJ45 コネクタ(プラグ)への結線方法

特別な指定がない限り、ケーブルの両端では同一結線（ストレートケーブル）とすることを推奨します。また、4 心（2 対撚）の場合は、対 1 及び 4 が NC となります。

3.2.3.2. M12 コネクタ

IEC61076-2-109 の規格に準拠した M12 コネクタ(X-Coding)への結線方法に関しては以下図表を参考にしてください。

RJ45 コネクタと M12 コネクタでは、結線ピン配列が多少異なる為ご注意ください。

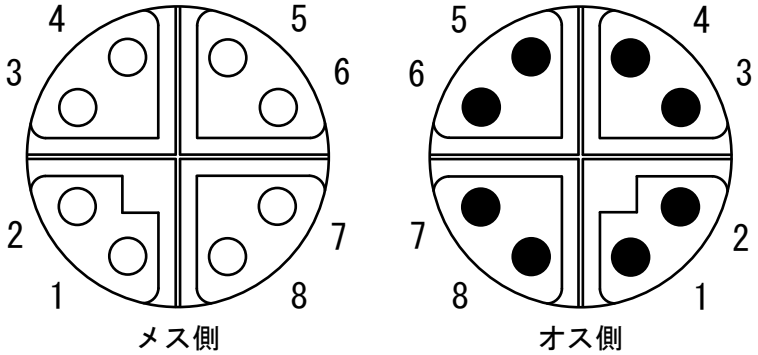


図3.2-4 M12(X-coding)コネクタ

表3.2-2 M12(X-coding)コネクタへの結線方法対比表(RJ45/M12)

ケーブル配色 (T568A)	ケーブル配色 (T568B)	RJ45 結線 ピン番号	M12(X-Coding)結線 ピン番号
白/緑	白/橙	1	1
緑	橙	2	2
白/橙	白/緑	3	3
青	青	4	8
白/青	白/青	5	7
橙	緑	6	4
白/茶	白/茶	7	5
茶	茶	8	6

IEC61076-2-101 の規格に準拠した M12 コネクタ(D-Coding)への結線方法に関しては以下図表を参考にしてください。
RJ45 コネクタと M12 コネクタでは、結線ピン配列が多少異なる為ご注意ください。

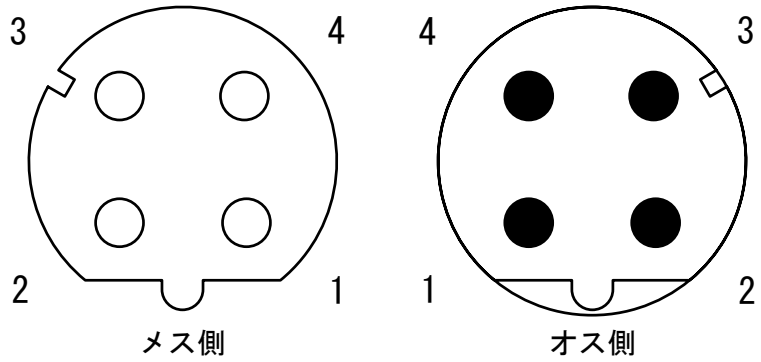


図3.2-5 M12(D-coding)コネクタ

表3.2-3 M12(D-coding)コネクタへの結線方法対比表(RJ45/M12)

ケーブル配色 (T568A)	ケーブル配色 (T568B)	RJ45 結線 ピン番号	M12(D-Coding)結線 ピン番号
白/緑	白/橙	1	1
緑	橙	2	3
白/橙	白/緑	3	2
青	青	4	NC
白/青	白/青	5	NC
橙	緑	6	4
白/茶	白/茶	7	NC
茶	茶	8	NC

3.2.3.3. コネクタ結線の注意事項

結線加工が不十分であると、M12 コネクタの防水性能の低下、ケーブルとコネクタの接触不良などによる通信不良が生じやすくなるため、コネクタメーカ指定の加工手順に従い、下記の事項に充分に注意して作業してください。

また、電線導体サイズ(AWG)、導体構造（単線、撚り線）、絶縁体外径、ケーブル外径寸法、シールド、Category 等について、ケーブルとコネクタが適正な組み合わせであることを確認してください。

●ケーブル導体構造

ケーブルは単線と撚り線に分類され、コネクタにも単線用、撚り線専用、併用のタイプがあり、組み合わせが適切であることを確認してください。

単線のケーブルと撚り線専用のコネクタなど、使用できない組み合わせがあります。

付録「A1. FA 用ケーブルの導体構造」を参照してください。

●ケーブル外径

ケーブル外径寸法とコネクタとの組合せが適切であることを確認してください。

外径寸法範囲が適正でない場合、コネクタの破損やケーブル保持強度が低下する場合があります。

●シールドおよびシールド線の処理

コネクタメーカの加工手順に従って、コネクタのシールドとケーブルのシールド線をしっかり接続してください。

●ピン端子高さ（Crimp Height）

ピン端子を押し込むタイプの RJ45 コネクタでは、ピン端子高さ（Crimp Height）が均一であり、規定値内であることが重要です。規定値外では通信不良の原因となります。

付録「A2. ピン端子高さ（Crimp Height)」を 参照してください。

●専用工具

コネクタメーカ指定の専用工具がある場合は必ず使用してください。

専用工具を使用しないと正常な結線ができない場合があります。

また、専用工具の劣化や破損によっても正常な結線ができなくなる場合があるため、専用工具の定期点検を実施してください。

●コネクタの再加工

コネクタの再加工は推奨しません。

再加工した場合、コネクタの変形や破損等により、通信異常が発生する場合があります。

3.2.4. 伝送特性

機器と機器の間の配線は、ANSI/TIA/EIA-568-B Category 5e 規格のチャネルの伝送特性規格を満たす必要があります。Category 5e 規格を満たす配線部材(ケーブル・コネクタ)を用いて配線しても、施工方法が不適切な場合には、チャネルでの伝送特性規格を満たさない可能性があります。配線が完了したら、フィールドテスタを用いて測定し、規格値を満たしているか確認することを推奨します。

Category 5e 規格において規定されている主な伝送特性には以下の項目があります。規格値の詳細については ANSI/TIA/EIA-568-B Category 5e 規格を参照ください。

・挿入損失(Insertion loss, IL)
・近端漏話減衰量(Near end crosstalk, NEXT)
・電力和近端漏話減衰量(Power sum near end crosstalk, PSNEXT)
・等レベル遠端漏話減衰量(Equal level far end crosstalk, ELFEXT)
・電力和等レベル遠端漏話減衰量(Power sum equal level far end crosstalk, PSELFEXT)
・反射減衰量(Return loss, RL)
・遅延時間(Propagation delay)
・遅延時間差(Delay skew)

このうち、挿入損失と遅延時間については、配線に使用されているケーブル・コネクタの仕様値から概算で求めることが可能であり、特にケーブルを規格上限の 100m に近い長さで使用する場合や、可動部用や導体サイズの小さいケーブルといった特殊なケーブルを使用する場合、周囲温度が特に高くなる環境下で使用する場合には、配線しようとしている構成及び周囲温度で、チャネルの規格値を満足するかどうかをあらかじめ確認しておく必要があります。

もし、計算上チャネルの規格値に満たない場合には、レイアウトの見直しにより配線の総長を短くする、可動部用や導体サイズの小さいケーブルを使用する長さを可能な限り短くする、挿入損失や遅延時間のより小さいケーブルを使用する、などによりチャネルの規格値を満たすようにしてください。これが不可能な場合には、途中にスイッチ等を挿入する事などを検討してください。

また、挿入損失・遅延時間以外の項目については、ケーブル・コネクタの仕様値から簡単に算出する事は不可能であり、フィールドテスタ等の測定器を用いて測定する事が必要です。

●遅延時間の概算方法

2 種類のケーブルを用い、複数個のコネクタ(プラグ+ジャック)で接続している場合

ケーブル 1 の 100m あたりの 10MHz における遅延時間 $Delay_{cable1}$ (ns/100m)
(通常 545ns/100m 以下です。)

ケーブル 2 の 100m あたりの 10MHz における遅延時間 $Delay_{cable2}$ (ns/100m)

ケーブル 1、ケーブル 2 各々の総長 L_{cable1} 、 L_{cable2} (m)

コネクタ(プラグ+ジャック)の遅延時間 $Delay_{conn}$ (ns) (通常 2.5ns 以下です。2.5ns として計算してください。)

コネクタの個数 n

チャネル(機器から機器の間の配線)の遅延時間 $Delay_{channel}$ (ns)

$Delay_{channel} = Delay_{cable1} \times L_{cable1} / 100 + Delay_{cable2} \times L_{cable2} / 100 + Delay_{conn} \times n$ ・・(式 A)

上記で求めたチャネルの遅延時間が、チャネルの規格値(555ns)以下であることを確認してください。

例として、単線導体ケーブル(ケーブル 1)と遅延時間の大きい特殊なケーブル(ケーブル 2)を組み合わせて使用する場合の計算例を示します。

ケーブル 1 の 100m あたりの 10MHz における遅延時間 $Delay_{cable1}$ = 545(ns/100m)

ケーブル 2 の 100m あたりの 10MHz における遅延時間 $Delay_{cable2}$ = 600(ns/100m)

コネクタ(プラグ+ジャック)の遅延時間 $Delay_{conn}$ = 2.5(ns)

コネクタの個数 n=4

チャネル(機器から機器の間の配線)の遅延時間 $Delay_{channel}$ (ns)

$Delay_{channel} = 545 \times L_{cable1} / 100 + 600 \times L_{cable2} / 100 + 2.5 \times 4$

例 1：ケーブル 1 の総長 80m、ケーブル 2 の総長 3m のとき、

$Delay_{channel} = 545 \times 80 / 100 + 600 \times 3 / 100 + 10 = 464$ (ns)

チャネルの遅延時間規格値 555ns 以下を満たしており使用可。

例 2：ケーブル 1 の総長 40m、ケーブル 2 の総長 60m のとき、

$Delay_{channel} = 545 \times 40 / 100 + 600 \times 60 / 100 + 10 = 588$ (ns)

チャネルの遅延時間規格値 555ns 以下を満たさず使用不可。

尚、チャネルの遅延時間は ANSI/TIA/EIA-568-B Category 5e 規格に規定された遅延時間(545ns/100m)を満たすケーブルを合計 100m 使用し、コネクタ(遅延時間 2.5ns)を 4 箇所使用した場合に丁度チャネルの規格値である 555ns となるようになっており、遅延時間が大きな特殊なケーブルを使用しない場合には遅延時間の計算は必要ありません。

●挿入損失の概算方法

2種類のケーブルを用い、複数個のコネクタ(プラグ+ジャック)で接続している場合

ケーブル1の100mあたりの挿入損失 IL_{cable1} (dB/100m)

ケーブル2の100mあたりの挿入損失 IL_{cable2} (dB/100m)

ケーブル1、ケーブル2各々の総長 L_{cable1} , L_{cable2} (m)

コネクタ(プラグ+ジャック)の挿入損失 IL_{conn} (dB)

コネクタの個数 n

チャネル(機器から機器の間の配線)の挿入損失 $IL_{channel}$ (dB)

$IL_{channel} = IL_{cable1} \times L_{cable1} / 100 + IL_{cable2} \times L_{cable2} / 100 + IL_{conn} \times n$ ・・・・(式B)

ケーブルの挿入損失の温度換算式

ケーブル1の20℃における100mあたりの挿入損失 $IL_{cable1,20℃}$ (dB/100m)

ケーブル1の挿入損失の温度係数 k_{cable1} (%)

ケーブル温度t (℃)

t(℃)における、ケーブル1の100mあたりの挿入損失 $IL_{cable1,t℃}$ (dB/100m)

$IL_{cable1,t℃} = IL_{cable1,20℃} \times (1+(t-20) \times k/100)$ ・・・・(式C)

よって、t℃におけるチャネルの挿入損失を求める時には、(式B)のIL_{cable1} , IL_{cable2} のかわりに、(式C)で求められる$IL_{cable1,t℃}$, $IL_{cable2,t℃}$を用いて計算してください。

上記で求めたチャネルの挿入損失が、チャネルの規格値以下であることを確認してください。本来は1MHz～100MHz の全帯域においてチャネルの規格値を満たす必要がありますが、概略判断の方法としては、通常100MHz における挿入損失で判断することが出来ます。

例として、単線導体ケーブル(ケーブル1)と撚り線導体ケーブル(ケーブル2)を組み合わせて使用し、周囲温度が60℃まで上昇する場合の計算例を示します。

ケーブル1の100MHz、20℃における100m あたりの挿入損失 $IL_{cable1,20℃} = 22.0$(dB/100m)

ケーブル1の挿入損失の温度係数 k cable1 = 0.2(%)

ケーブル2の100MHz、20℃における100m あたりの挿入損失 $IL_{cable2,20℃} = 26.4$(dB/100m)

ケーブル2の挿入損失の温度係数 k cable2 = 0.2(%)

ケーブル温度t =60(℃)

コネクタ(プラグ+ジャック)の100MHz における挿入損失 $IL_{conn} = 0.4$(dB)

コネクタの個数 n=4

チャネル(機器から機器の間の配線)の100MHz における挿入損失 $IL_{channel}$ (dB)

$$IL_{channel} = (22.0 \times (1+(60-20)\times 0.2/100)) \times L_{cable1} / 100 + (26.4 \times (1+(60-20)\times 0.2/100)) \times L_{cable2} / 100 + 0.4\times 4$$
$$= 23.76 \times L_{cable1} / 100 + 28.51 \times L_{cable2} / 100 + 1.6$$

例 1 ケーブル1の総長80m、ケーブル2 の総長3m のとき

$IL_{channel} = 23.76 \times 80 / 100 + 28.51 \times 3 / 100 + 1.6 = 21.46$ (dB)

チャネルの100MHz における挿入損失規格値24dB 以下を満たしており使用可

例 2 ケーブル1の総長50m、ケーブル2 の総長40m のとき

$IL_{channel} = 23.76 \times 50 / 100 + 28.51 \times 40 / 100 + 1.6 = 24.88$ (dB)

チャネルの 100MHz における挿入損失規格値 24dB 以下を満たさず使用不可

尚、以上はあくまでも概略判断の方法であり、種々の理由により実際にチャネルの挿入損失を測定した値と合致するとは限りません。挿入損失規格に対し、余裕を持つようにケーブル長を設定してください。また、配線後には、実際の使用条件下にてフィールドテスタ等の測定器を用いて測定し、余裕があることを確認する事をお薦めします。

3.3. 取り付けと配線

3.3.1. 敷設時の注意事項

●敷設経路について

・敷設経路にはできるだけダクト又はケーブルラックを使用してください。
・電線管などの管路の場合は、コネクタ、ブーツ等の寸法を考慮した管径を選定してください。また、管路途中にプルボックスを設ける場合は、ケーブルの許容曲げ半径を満足するものを選定してください。
・敷設経路はできるだけ専用としてください。
・敷設は水や油などの侵入、適応周囲温度外の高低温などのない経路としてください。
・工場内での特殊な環境で敷設経路を構築される場合には環境面に配慮された部材を選定ください。
　例：耐熱・耐油・可動部等
・各部材の耐環境性については、各メーカの仕様をご確認ください。

●ケーブル最小曲げ半径

・各ケーブルメーカの仕様をご確認の上、最小曲げ半径を守って使用してください。
・最小曲げ半径とは、ケーブル固定後、長時間にわたって特性を保証できる半径です。
・最小曲げ半径以下で無理に使用すると、伝送性能の低下やケーブル断線等が発生する可能性があります。

●許容張力

・ケーブルには出来る限り張力を掛けないでください。
・コネクタ抜け、ケーブル断線の恐れや伝送性能を満足出来なくなる可能性が有ります。
・敷設時　：　やむを得ず張力が掛かる場合はケーブルの許容張力内で使用してください。
　（ケーブルメーカに確認してください。）。
・固定時　：　ケーブルに張力が加わらないよう配線長・固定方法に注意してください。

●ノイズ対策上の留意点

・誘導ノイズを防止するために、動力線と信号線は極力離して敷設してください。
・高圧機器が設置されている盤内への取り付けは避けてください。
・ノイズを発生しやすい機器にはサージキラーを取り付けてください。

●ケーブル側圧

・ワイヤプロテクタ等のケーブル保護材や配管へのケーブル詰め込みすぎ、挟み込み、また、結束バンドの締め付けすぎ等による側圧を掛けないでください。
・伝送性能を満足出来なくなる可能性が有ります。

●コネクタの取扱い

・接続前のコネクタに側圧や衝撃などの外力を与えないように注意してください。
・特に RJ45 プラグの端子部は金属部・プラスチック樹脂部ともに変形しやすいため、取扱いに注意が必要です。
・変形したコネクタで接続すると、接続不良による誤動作や機器側の接続部を破損させる危険性があります。
・コネクタに外力が加わった可能性がある場合、使用前に変形が無いかを確認してください。
　付録「A3. コネクタ変形」を参照ください。

●コネクタ接続部へのストレス
・コネクタ接続部にストレスが加わらないようにしてください。
・ケーブルの重さ、首曲げ、ネジリ、揺れ、移動、不注意による引っ張りなどにより、コネクタ接続部にストレスが加わると、ユニットやコネクタの破損、接続不良による誤動作、経年的に発生する通信不良の原因となります。
・単線導体ケーブルは導体が硬いため、コネクタ接続部にストレスが加わらないようにしてください。
さらに、短い距離を配線する場合、コネクタ接続部にストレスがかかり易くなります。
・短い距離を配線する場合、柔軟性があり、取り回しやすい撚り線導体ケーブルや可動ケーブルの使用を推奨します。

●M12 コネクタの防水性能について
・ユニットのマニュアル等を確認してください。

●可動部への配線について
・可動部に配線される場合は、可動部専用のケーブルを使用してください。
又、早期断線を防止するため、配線時は下記に注意してください。
・ケーブルの最小曲げ半径等の屈曲特性についてメーカに確認する。
・ケーブルに折り曲げ、キンク、ねじれを加えない。
・ケーブルシースに外傷を与えない。
・ケーブル固定箇所は最小にする。
・ケーブルが動く箇所で無理に固定しない。
・最適な長さで配線する。

●その他
・ケーブルの接続は、接続する機器の電源と通信電源が全て OFF の状態で行ってください。

3.3.2. 接地方法

・各ユニットの接地(FG の接地)は、専用接地または共用接地としてください。
・接地工事はＤ種接地（第三種接地）してください。　（接地抵抗１００Ω以下）

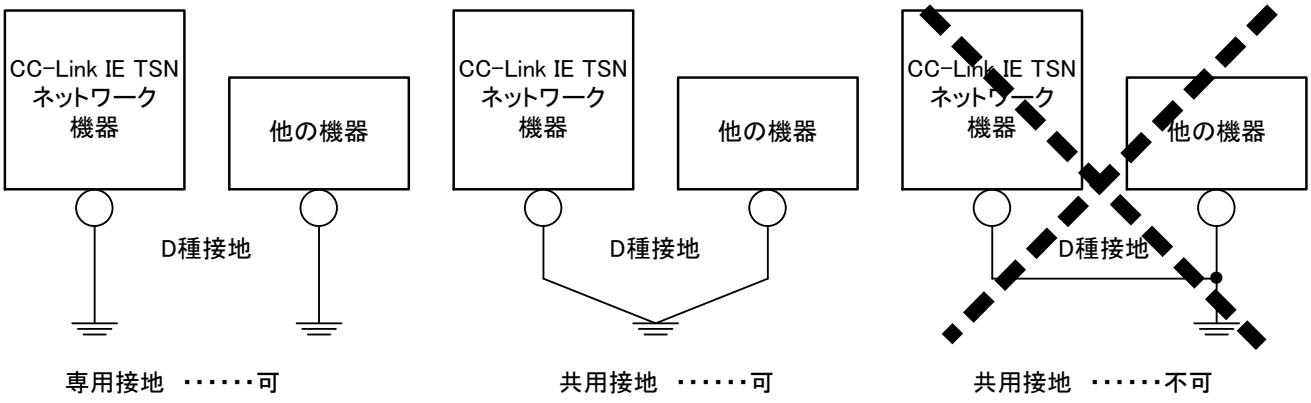


図3.3-1 接地方法

・接地用電線はできるだけ太い線(2mm^2 以上)を使用してください。また、接地点とシーケンサ間の距離をできるだけ近づけて、接地線を短くしてください。

3.3.2.1. 接地に関する補足説明

(1) 接地の種類について

CC-Link IE TSN 対応製品（機器）の接地をその目的別に分類すると接地の種類は、

１．感電や漏電からの人身保護を目的とする保護接地
２．通信の信頼性を確保するための機能接地

に大別されます。(図 3.3-2)

CC-Link IE TSN 用ケーブルのシールド線の接地は、通信の信頼性を確保するための機能接地です。

保護接地端子の表示　　機能接地端子の表示

図3.3-2 接地端子の表示

(2) 接地方法補足

保護接地、機能接地は専用接地（図 3.3-3）とするか、接地点までを各々個別に敷設する共用接地（図 3.3-4）としてください。共通接地（図 3.3-5）の場合、保護接地から機能接地にノイズが進入し、CC-Link IE TSN の通信が不安定になる可能性あります。特に、インバータ、サーボ等の駆動機器の保護接地と機能接地（CC-Link IE TSN 用ケーブルのシールド線）を共通接地すると、通信が不安定となる可能性が大きくなります。

① 機能接地の接地線には、直径 1.6mm 以上、または 2mm^2 以上の銅線を使用してください。
（接地点までの接地線は、出来るだけ太い銅線（14mm^2 以上を推奨）を使用し、短く敷設することを推奨します。）

② 機能接地の接地線を保護接地線や動力線等と束線して敷設しないでください。
（接地線にノイズが進入して通信が不安定となる可能性があります。）

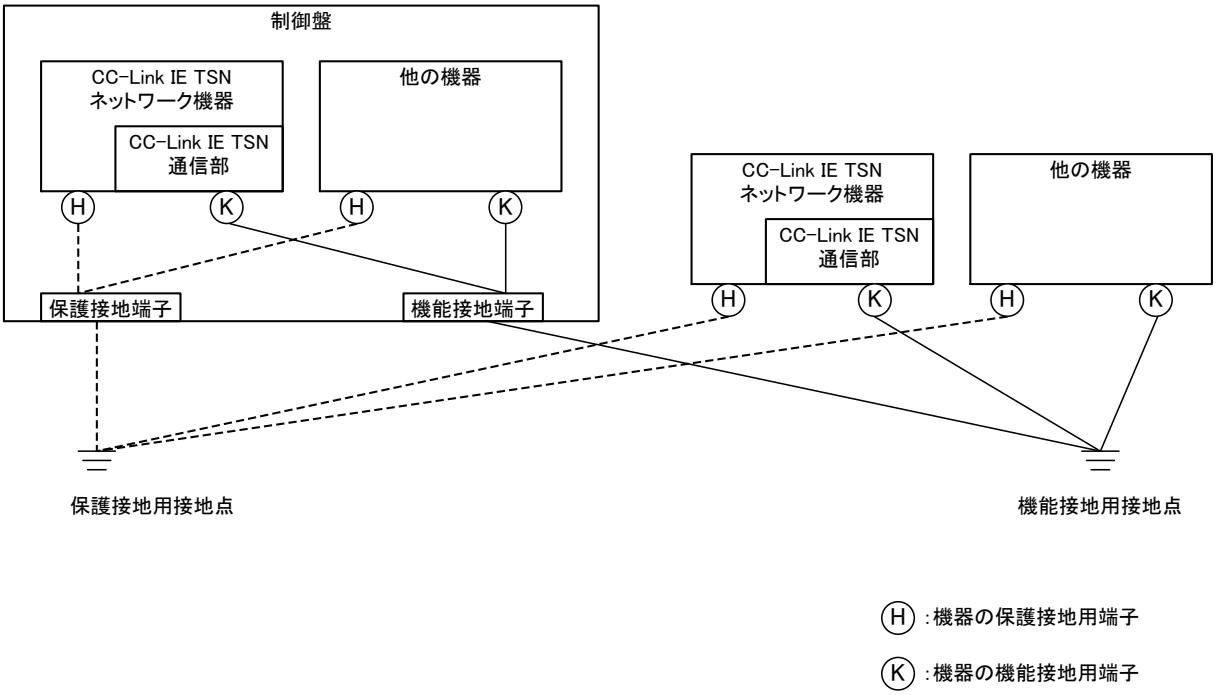


図3.3-3 専用接地の例

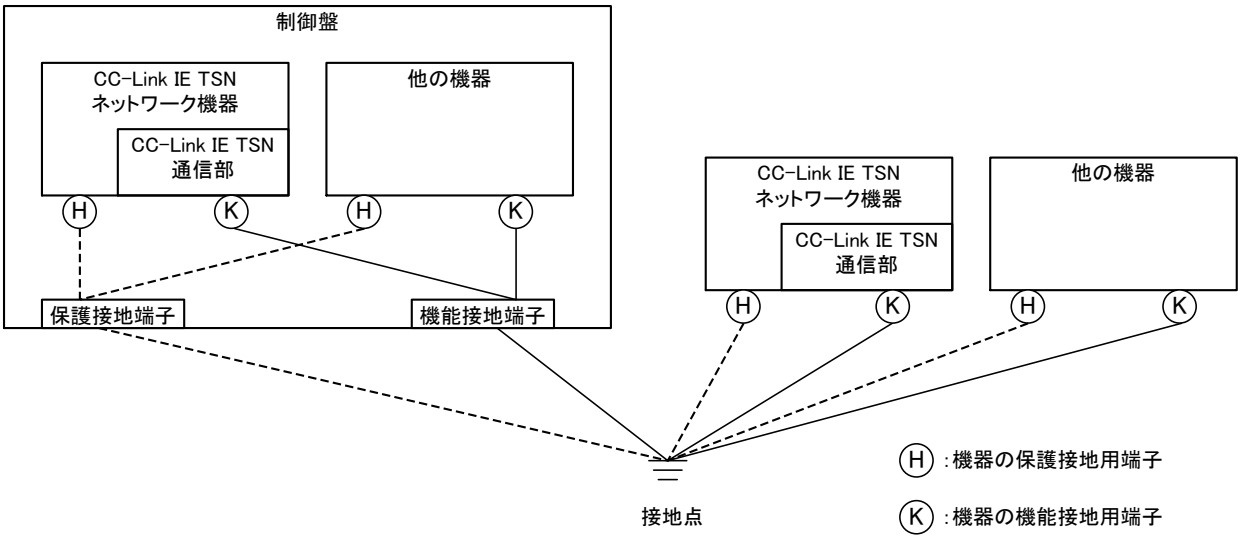


図3.3-4 共用接地の例

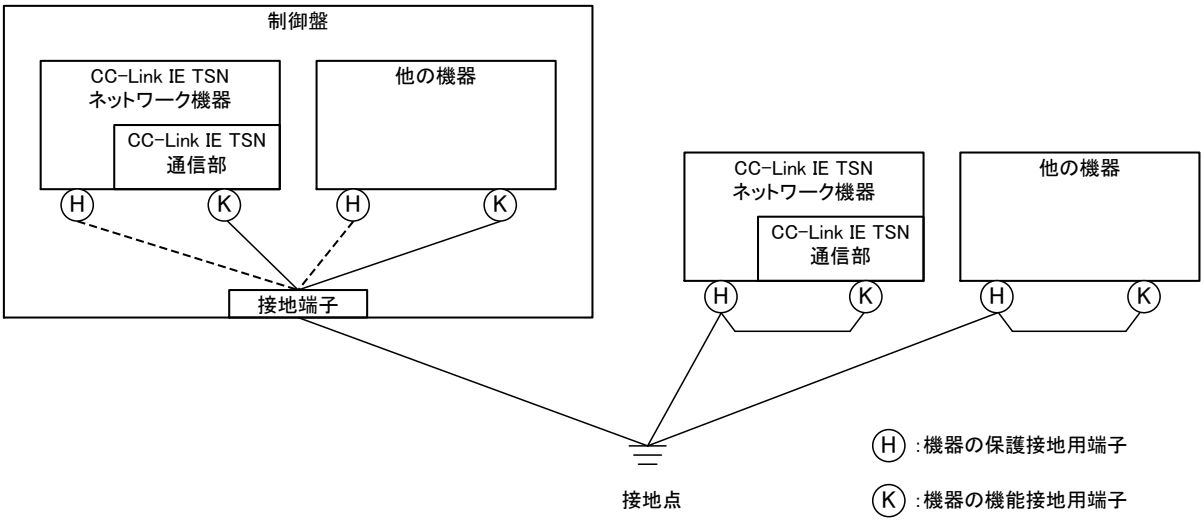


図3.3-5 共通接地の例

(3) 共用接地の配線例

共用接地での配線例を図 3.3-6に示します。

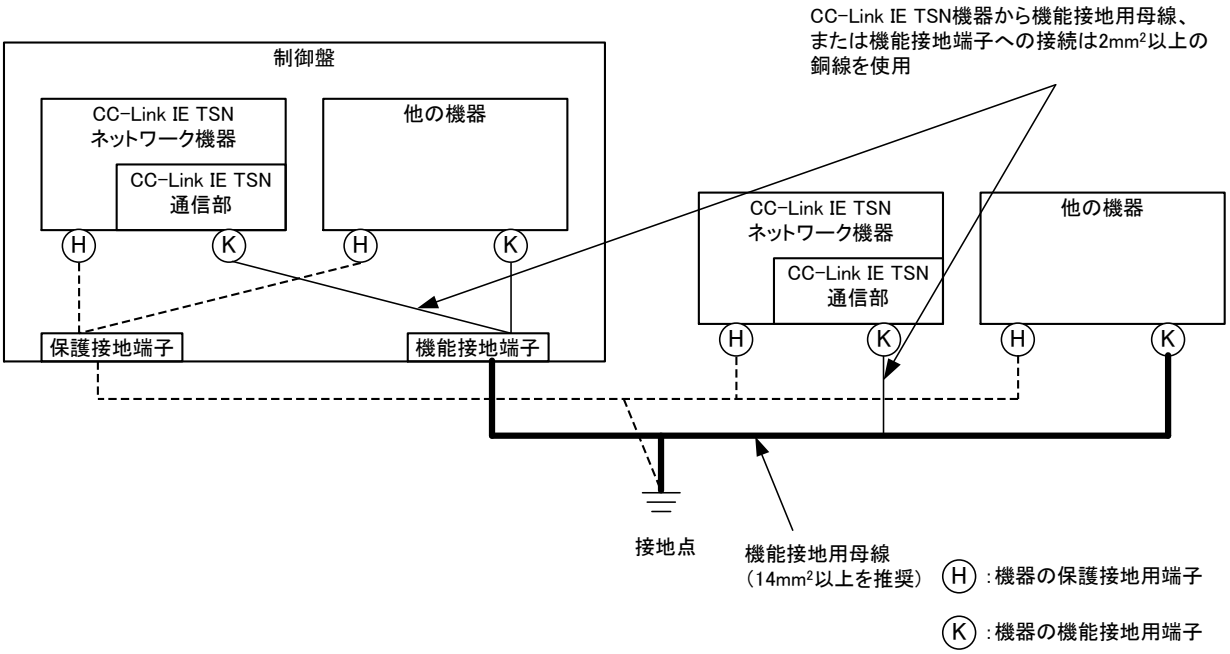


図3.3-6 共用接地での配線例

4. 光ファイバケーブル

4.1. 1Gbps(光)

4.1.1. 接続機器の選定

4.1.1.1.光ファイバケーブル

CC-Link IE TSN では、IEC に準拠した CC-Link IE コントローラネットワークなどで使用される CLPA 推奨の光ファイバケーブルをご使用いただくことをお勧めいたします。

代表的な仕様を表 4.1.1-1に示します。

表4.1.1-1 光ファイバケーブル仕様

No.	項目		仕様	
1	光ファイバ種別		1000BASE-SX 対応マルチモード GI 型光ファイバ	1000BASE-SX 対応 GI 型光ファイバ(GI-POF)
2	準拠規格		IEC 60793-2-10 Types A1a.1	IEC60793-2-40 提案中
3	コア	材質	石英ガラス	フッ素樹脂
		外径	50±3μm	55±5μm
4	クラッド	材質	石英ガラス	フッ素樹脂
		外径	125±2μm	490±5μm
5	1 次被覆	外径	0.25mm	-
6	2 次被覆	外径	0.9±0.1mm	-
7	コード	外径	2.0±0.2mm × 2 本 (2.0 × 4.0mm)	2.0±0.2mm × 2 本 (2.0 × 4.0mm)
8	使用温度		-20～60℃	-20～60℃
9	許容曲げ半径		15mm (敷設後)	10mm (敷設後)
			30mm (敷設時)	10mm (敷設時)
10	伝送損失		3.5 (dB/km)以下 (λ = 850nm)	100 (dB/km)以下 (λ = 850nm)
11	伝送帯域		500 (MHz・km)以上 (λ = 850nm)	350 (MHz・km)以上 (λ = 850nm)

4.1.1.2.光コネクタ

CC-Link IE TSN では、IEC に準拠した CC-Link IE コントローラネットワークなどで使用される CLPA 推奨の光コネクタをご使用いただくことをお勧めいたします。

代表的な仕様を表 4.1.1-2に示します。

表4.1.1-2 光コネクタ仕様

No.	項目	仕様	
1	光コネクタ種類	1000BASE-SX 対応マルチモード GI 型光ファイバ	1000BASE-SX 対応 GI 型光ファイバ(GI-POF)
2	準拠規格	IEC 61754-20: Type LC connector	IEC 61754-20: Type LC connector
3	挿入損失	0.3dB 以下(対マスタファイバ)	-
4	反射減衰量	20dB 以上	-
5	研磨方式	PC 研磨	-

4.1.2. 配線の確認

4.1.2.1.配線長

CC-Link IE TSN における、ノード間の物理的な配線長の仕様は、1000Mbps のマルチモードファイバの場合は最大 550m、プラスチック光ファイバケーブル(POF)の場合は最大 50m です。

ノード間の回線損失が推奨回線損失値以内である必要があります。
詳細については「4.2.4.伝送特性」を参照してください。

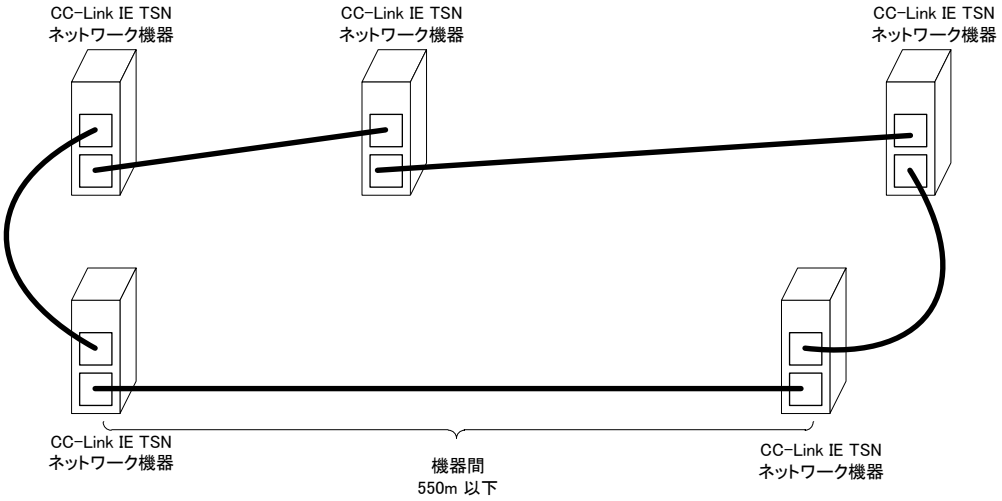


図4.1.2-1 配線長

4.1.2.2.コネクタの数

回線損失が推奨回線損失値以内である必要があります。詳細については「4.1.2.4.伝送特性」を参照してください。

4.1.2.3.コネクタとケーブル結線および注意事項

コネクタメーカ指定の加工手順に従い、充分に注意して作業してください。詳細については「4.1.3.取り付けと配線」を参照してください。

4.1.2.4.伝送特性

光ケーブルの敷設にあたっては、ノード間の回線損失が推奨回線損失値以内であることを確認してください。

1000BASE-SX 対応マルチモードおよびプラスチック光ファイバケーブル(POF)の場合は以下の計算を例に確認してください。

●回線損失値の計算

(1) 1000BASE-SX 対応マルチモード GI 型光ファイバの場合

下記計算式より回線損失値を算出し、推奨回線損失値（4.5dB）以内であることを確認してください。

回線損失値（dB）＝

光ファイバケーブル伝送損失規格値(dB/km) × 光ファイバケーブル長(km)・・・①

＋接続損失値(dB/箇所) × 接続箇所数 ・・・②

＋アダプタ接続損失値(dB/箇所) × アダプタ接続箇所数(箇所) ・・・③

①光ファイバケーブル伝送損失規格値(dB/km) ：光ファイバケーブル仕様書による。

②融着接続損失値(dB/箇所) ：0.2dB 以下/箇所

③コネクタアダプタ接続損失値(dB/箇所) ：光コネクタの種類やメーカによる。

回線損失値（dB） ≦ 4.5（dB） ・・・CLPA 推奨値

[計算例]

条件 ・GI 型光ファイバ(伝送損失値：3.5dB/km) ・トータルケーブル長 550m

表4.1.2-1 コネクタアダプタ接続損失値例

コネクタ種別	心数	研磨種別	光ファイバ種別		備考
			SM(dB 以下)	GI(dB 以下)	
SC	単心	PC 研磨	0.7	0.4	参考値
LC			0.5	0.3	

注）上記数値はメーカにより異なりますので詳細はアダプタメーカにご確認ください。

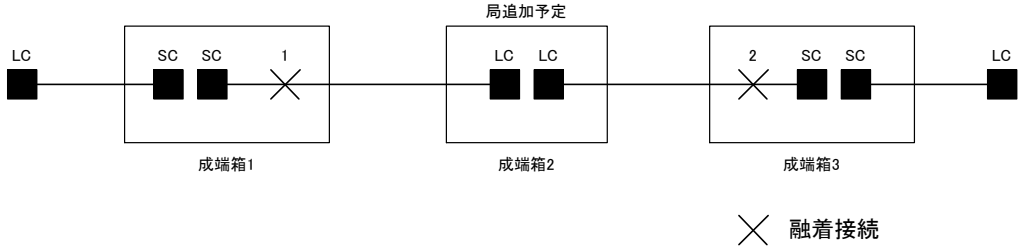


図 4.1.2-2 接続例

①ケーブル伝送損失　②融着接続損失　③コネクタアダプタ接続損失

回線損失値(dB) ＝(3.5dB/km×0.55km)＋(0.2dB×2 箇所)＋(0.4dB×2 箇所＋0.3dB×1 箇所)

＝ 3.425(dB)

(2) プラスチック光ファイバケーブル(POF)の場合

下記計算式より回線損失値を算出し、推奨回線損失値（15dB）以内であることを確認してください。

回線損失値（dB）＝光ファイバケーブル伝送損失規格値(dB/km) × 光ファイバケーブル長(km) ・・・①
＋接続損失値(dB/箇所) × 接続箇所数 ・・・②
＋コネクタアダプタ接続損失値 ・・・③

①光ファイバケーブル伝送損失規格値(dB/km) ：光ファイバケーブル仕様書による。
②接続損失値(dB/箇所) ：コネクタ仕様による。
③コネクタアダプタ接続損失値(dB/箇所) ：0.5dB

回線損失値（dB） ≦ 15（dB）

・・・CLPA 推奨値

[計算例]

条件 ・ファイバ伝送損失値：100dB/km ・トータルケーブル長 50m ・接続損失：2dB/箇所 2箇所

回線損失値(dB) ＝(100dB/km×0.05km)＋(2dB×2 箇所) ＋0.5dB
＝ 9.5(dB)

①ケーブル伝送損失　②融着接続損失　③コネクタアダプタ接続損失

●回線損失測定方法

下記手順に従ってノード間の回線損失を測定し、実測値が「4.1.2.4伝送特性」で算出した回線損失値以内であることを確認してください。

(1)光入力 Pin の測定（基準出射光：被測定ケーブル入射光）

①光源に励振器(モードスクランブラ)を接続する。
②光源の波長を 850nm にセットする。
③励振器をパワーメータに接続し、測定モードを dBm モードに、波長を 850nm に設定し、Pin[dBm]を測定する。

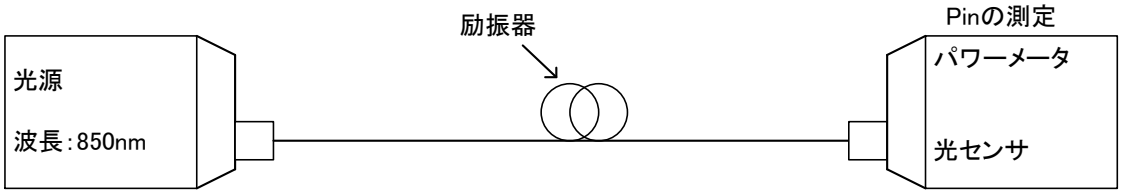
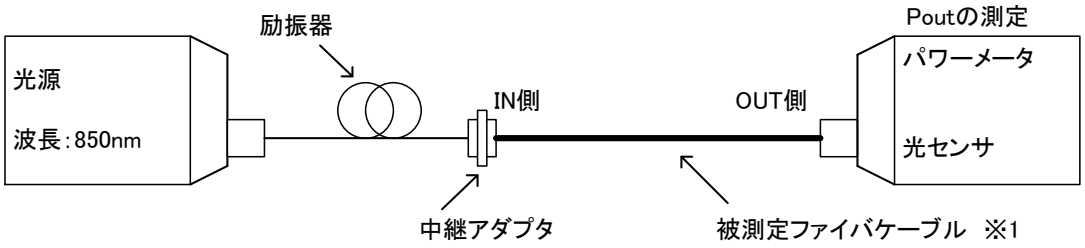


図4.1.2-3 光入力 Pin の測定構成

(2)光出力 Pout の測定（被測定ケーブル出射光）
①励振器に中継アダプタ及び被測定光ファイバケーブルを接続する。
②dBm モードで、Pout[dBm]を測定する。(波長 850nm)



※1 アダプタ接続箇所、融着接続箇所すべて含んだ状態です。(ノード間すべて含む。)
図4.1.2-4 光出力 Pout の測定構成

(3)回線損失値　Px[dB]
Px[dB]＝Pin[dBm]－Pout[dBm]－Pc[dB]（励振器と接続の際のアダプタ接続損失分）

(4)その他
CC-Link IE TSN は 2 心光ファイバケーブルを使用するため、同様にしてもう一方の心線についても測定する。
推奨パワーメータ：グレイテクノス製　Photom205A

4.1.3. 取り付けと配線
4.1.3.1.敷設時の注意事項
4.1.3.1.1.敷設
光ケーブル敷設時は下記注意事項を必ずお守りください。

●敷設経路について
・敷設経路にはできるだけピット、ダクト又はケーブルラックをご使用ください。
・電線管などの管路の場合は、コネクタ等の寸法を考慮した管径を選定してください。また、管路途中にプルボックスを設ける場合は、ケーブルの許容曲げ半径を満足するものを選定してください。
・敷設経路はできるだけ専用としてください。他のケーブルと共有する場合は、光ファイバケーブルを最後に敷設してください。
・敷設は水や油などの侵入、適応周囲温度外の高低温などの無い経路としてください。

●管路の場合
・ケーブルを直接けん引せず、延線ロープなどに固定して敷設してください。構造によっては直接けん引できるケーブルもありますので、メーカにご確認ください。
・各ケーブルメーカの仕様をご確認の上、最小曲げ半径を守って使用してください。
・最小曲げ半径とは、ケーブル固定後、長時間にわたって特性を保証できる半径です。
・最小曲げ半径以下で無理に使用すると、伝送性能の低下やケーブル断線等が発生する可能性があります。

●延線時の注意事項
・ケーブルの引張速度は 10m/分以下とし先端けん引してください。また、ケーブルにかかる張力が均一になるようにし、許容張力の 1/2 以下で延線してください。
・延線時の曲げ半径は許容曲げ半径の 2 倍以上としてくだい。
・敷設時にケーブルを捻回させないように注意してください。特にハンガーローラーは捻回を生じさせやすい構造のものもある為、長尺敷設時は金車の使用を推奨致します。
・ケーブルにキンク(局所曲げ)が生じないように注意してください。

●許容張力に対する保護
・垂直に敷設する場合や架空配線工事の場合、ケーブルの自重による張力が許容張力を超えないよう支持してください。

●水分の侵入防止
・一般に光ファイバ自体は耐水性に乏しいため、光ケーブル端部からの水の侵入によって、長期的には悪影響がでることがあります。また、光ケーブル敷設ルートの温度勾配等によって発生する結露が光ケーブル内部に侵入し、悪影響を及ぼすケースもあります。光ケーブルの敷設作業に際しては必ず光ケーブル端部に防水処理を施してください。
・POF ケーブルは屋内用途向けで設計されています。屋外には使用しないでください。POF ケーブル端部から水分が侵入するような環境では POF ケーブル端部を防水処理してください。

●コネクタ部分の保護
・コネクタ部分は折り曲げずに、ビニルホースやプーリングアイなどで保護して敷設してください。また、衝撃や引張力に非常に弱いため、引張らないでください。
・接続前のコネクタに側圧や衝撃などの外力を与えないように注意してください。
・光コネクタの保護キャップは接続まで外さないでください。
・光コネクタの先端部を触ったり、ぶつけたりしないでください。

●可動部への配線について
可動部に配線される場合は、可動部専用のケーブルを使用してください。
また、早期断線を防止するため、配線時は下記に注意してください。
・ケーブルの最小曲げ半径等の屈曲特性についてメーカに確認する。
・ケーブルに折り曲げ、キンク、ねじれを加えない。
・ケーブルシースに外傷を与えない。
・ケーブル固定箇所は最小にする。
・ケーブルが動く箇所で無理に固定しない。
・最適な長さで配線する。

●その他
・防水の為、作業時以外はケーブルの両端末を密封してください。
・光ファイバは先端が鋭いので取り扱いにご注意ください。
・光コネクタの先端を触ったりぶつけたりしないでください。
・移行性のある可塑剤を含んだビニルテープや結束バンドなどが光ファイバの光学特性に影響を与える可能性があるため、ご使用の環境下であらかじめ影響の有無を確認してください。
・光ファイバに側圧やねじりが加わると光ケーブル自体が変形を起こし、内部の光ファイバに応力が加わり伝送損失が増加し、断線することがあります。束線時も同様の状態になるので光ケーブルをナイロンバンド（タイラップ）のようなもので強く締め付けないでください。
・ケーブルタイ等でケーブルを固定する場合は、ケーブルタイ固定部でケーブルが曲がった状態で張力がかからないようにしてください。
・ファイバ先端をクリーニングする場合は NTT-AT 製 CLETOP-S(Type-B)を推奨します。

4.1.3.1.2.融着接続とアダプタ接続

融着接続を実施する場合は専門のケーブルメーカに依頼することを推奨いたします。
各接続を実施する場合、下記項目にご注意ください。

●融着時の注意事項

・ご使用になる融着機（その他工具）の取扱説明書に記載の手順に従って作業を実施してください。また、それらに記載の注意事項は必ずお守りください。
・心線がよじれた状態での融着は絶対にしないでください。

●接続箇所の保護

・融着接続およびアダプタ接続箇所は、成端箱にて接続箇所にテンションがかからないよう必ず養生してください。また、成端箱を設置するスペースを確保してください。大きさは接続数が増えるにつれ大きくなりますが、15cm×10cm 程度から用意されています。接続数、接続種類、また、接続するケーブル形状によって成端箱が変わりますので詳細は光ファイバケーブル購入元にご確認ください。

●接続損失

・融着接続やアダプタ接続は接続箇所に損失が発生します。「4.1.2.4.伝送特性」の内容をご確認いただき回線損失が判定値内であることをご確認ください。

4.1.3.2.接地方法

接地方法については、「3.3.2.接地方法」を参照してください。

4.2. 100Mbps(光)

4.2.1. 接続機器の選定

4.2.1.1. 光ファイバケーブル

CC-Link IE TSN の 100Mbps(光)では、CLPA 推奨の POF ケーブル、PCF ケーブルをご使用いただくことをお勧めいたします。代表的な仕様を表 4.2.1.1-1に示します。

表4.2.1.1-1 光ファイバケーブル仕様例

No.	項目		仕様	
1	光ファイバ種別		マルチモード SI 型プラスチック光ファイバ（SI-POF）	マルチモード SI 型プラスチッククラッドファイバケーブル（SI-PCF）
2	コア	材質	プラスチック樹脂	石英ガラス
		外径	980±60μm	200±8μm
3	クラッド	材質	プラスチック樹脂	プラスチック樹脂
		外径	1000±60μm	230±10μm
4	使用温度		-20～70℃	-20～70℃
5	許容曲げ半径		80mm （敷設後）	25mm （敷設後）
			160mm （敷設時）	50mm （敷設時）
6	伝送損失		170 (dB/km)以下 （λ = 650nm)	19(dB/km)以下 （λ = 650nm)

4.2.1.2. 光コネクタ

CC-Link IE TSN の 100Mbps(光)では、CLPA 推奨の光コネクタをご使用いただくことをお勧めいたします。光コネクタは IEC 61754-16（JIS C 5976）に準拠した F07 型コネクタになります。代表的な仕様を表 4.2.1.2-1に示します。

表4.2.1.2-1 光コネクタ仕様例

No.	項目		
1	光コネクタ種類	F07 コネクタ	
2	準拠規格	IEC 61754-16（JIS C 5976）	
3	接続損失	POF	2.0dB 以下
		PCF	0.8dB 以下(対マスタファイバ)
4	研磨方式	規定なし	

4.2.2. 配線の確認

4.2.2.1. 配線長

CC-Link IE TSN における、ノード間の物理的な配線長の仕様は POF の場合、最大 20m、PCF の場合、最大 100m です。

4.2.2.2. コネクタとケーブル結線および注意事項

コネクタメーカ指定の加工手順に従い、充分に注意して作業してください。詳細については「4.2.3.取り付けと配線」を参照してください。

4.2.2.3. 伝送特性

光ケーブルの敷設にあたっては、ノード間の回線損失が推奨回線損失値以内であることを確認してください。

プラスチック光ファイバケーブル(POF)およびプラスチッククラッド光ファイバ（PCF）の場合の推奨回線損失値を表 4.2.2.3-1に示します。

表4.2.2.3-1 推奨回線損失値

光ファイバ種別	推奨回線損失値
POF	9.5dB
PCF	3.3dB

4.2.3. 取り付けと配線

4.2.3.1. 敷設時の注意事項

4.2.3.1.1. 敷設

光ケーブル敷設時は下記注意事項を必ずお守りください。

●敷設経路について

・敷設経路にはできるだけピット、ダクト又はケーブルラックをご使用ください。
・電線管などの管路の場合は、コネクタ等の寸法を考慮した管径を選定してください。また、管路途中にプルボックスを設ける場合は、ケーブルの許容曲げ半径を満足するものを選定してください。
・敷設経路はできるだけ専用としてください。他のケーブルと共有する場合は、光ファイバケーブルを最後に敷設してください。
・敷設は水や油などの侵入、適応周囲温度外の高低温などの無い経路としてください。

●管路の場合

・ケーブルを直接けん引せず、延線ロープなどに固定して敷設してください。構造によっては直接けん引できるケーブルもありますので、メーカにご確認ください。

●延線時の注意事項

・ケーブルの引張速度は 10m/分以下とし先端けん引してください。また、ケーブルにかかる張力が均一になるようにし、許容張力の 1/2 以下で延線してください。
・延線時の曲げ半径は許容曲げ半径の 2 倍以上としてくだい。
・敷設時にケーブルを捻回させないように注意してください。特にハンガーローラーは捻回を生じさせやすい構造のものもある為、長尺敷設時は金車の使用を推奨致します。
・ケーブルにキンク(局所曲げ)が生じないように注意してください。

●許容張力に対する保護
・垂直に敷設する場合や架空配線工事の場合、ケーブルの自重による張力が許容張力を超えないよう支持してください。

●水分の侵入防止
・一般に光ファイバ自体は耐水性に乏しいため、光ケーブル端部からの水の侵入によって、長期的には悪影響がでることがあります。また、光ケーブル敷設ルートの温度勾配等によって発生する結露が光ケーブル内部に侵入し、悪影響を及ぼすケースもあります。光ケーブルの敷設作業に際しては必ず光ケーブル端部に防水処理を施してください。

●コネクタ部分の保護
・コネクタ部分は折り曲げずに、ビニルホースやプーリングアイなどで保護して敷設してください。また、衝撃や引張力に非常に弱いため、引っ張らないでください。

●可塑剤添加素材の影響
・プラスチック製の光ファイバである POF をご使用いただく場合、移行性のある可塑剤を含んだビニルテープや結束バンドなどが光ファイバの光学特性に影響を与える可能性があります。また、化学物質が光学特性に影響をあたる可能性があるため、ご使用の環境下であらかじめ影響の有無を確認してください。

●ケーブル側圧・ねじり
・光ファイバに側圧やねじりが加わると光ケーブル自体が変形を起こし、内部の光ファイバに応力が加わり伝送損失が増加し、断線することがあります。束線時も同様の状態になるので光ケーブルをナイロンバンド（タイラップ）のようなもので強く締め付けないでください。

●その他
・防水の為、作業時以外はケーブルの両端末を密封してください。
・光ファイバは先端が鋭いので取り扱いにご注意ください。
・光コネクタの先端を触ったりぶつけたりしないでください

4.2.3.1.2. 融着接続とアダプタ接続

融着、中継アダプタの使用を推奨しておりませんのでご注意ください。

4.2.3.2. 接地方法

接地方法については、「3.3.2.接地方法」を参照してください。

付録

A. ツイストペアケーブル対応の補足説明

A1. FA 用ケーブルの導体構造

ケーブルは用途によって、導体の種類が違います。
それに合わせ RJ45 コネクタ（プラグ）も単線用、撚り線用、共用と種類があります。
単線のケーブルと撚り線専用のコネクタなど、使用できない組み合わせがあります。

表 A-1 ケーブルの種類

導体の種類	用途
単線	固定配線用
撚り線（7 本撚り線）	固定配線用、可撓性が良いが、通信距離が短くなる
撚り線（集合撚り線）	可動部用等（メーカの仕様により異なる）

導体の太さには米国ワイヤゲージ規格（AWG: American wire gauge）、略語：AWG）が使われ、番数が大きくなるほど、直径は小さくなります。日本では JIS 規格の sq という単位を使用される場合があります。
導体の太さと種類およびケーブル全体の外形寸法をコネクタの適合ケーブル仕様に合わせることが重要です。

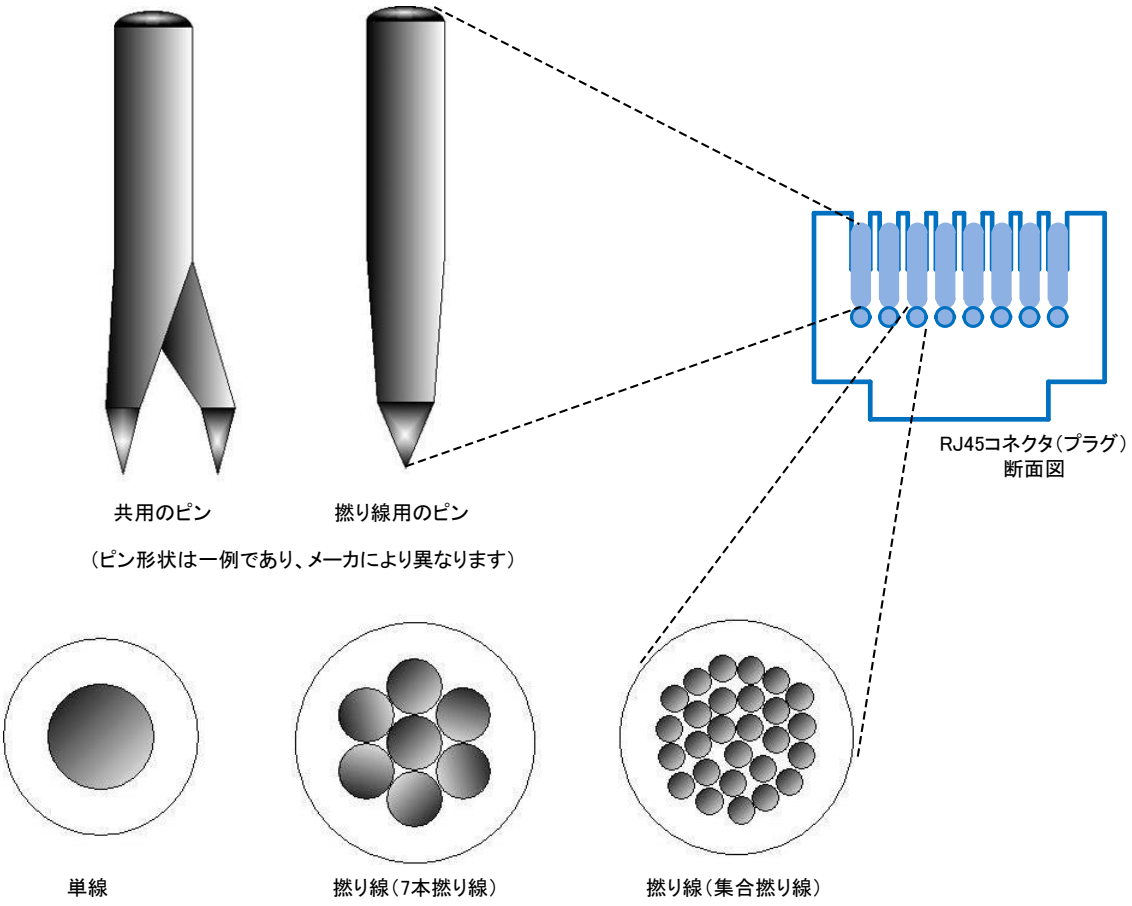


図 A-1-1 RJ45 コネクタ（プラグ）のピン形状例と導体の種類

A2. ピン端子高さ（Crimp Height）

RJ45 プラグ端子が電線芯線を固定している部分の高さのことです。ピン端子高さを計測することは接続信頼性を確認する重要な管理項目の一つです。

ピン端子高さ　下限：5.89mm　上限：6.15mm

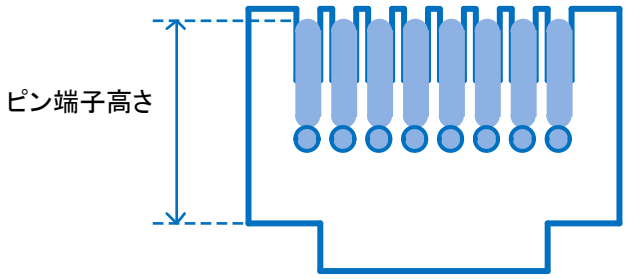


図 A-1-2 RJ45 コネクタ（プラグ）のピン端子高さ

ピン端子高さが規格値よりも小さい場合、プラグが過剰に締め付けられていることを示し、ジャックへ挿入後、ジャックのピンとの接触が弱くなります。

ピン端子高さが規格値よりも大きい場合、プラグの端子と芯線の固定が弱いことを示し、導通不良、接触抵抗値の増加、電線導体が簡単に抜けてしまうことがあります。また、ジャックへ挿入後、ジャックのピンを変形させる場合があります。

均一な高さとなるようにメーカ指定の専用工具を必ず使用してください。

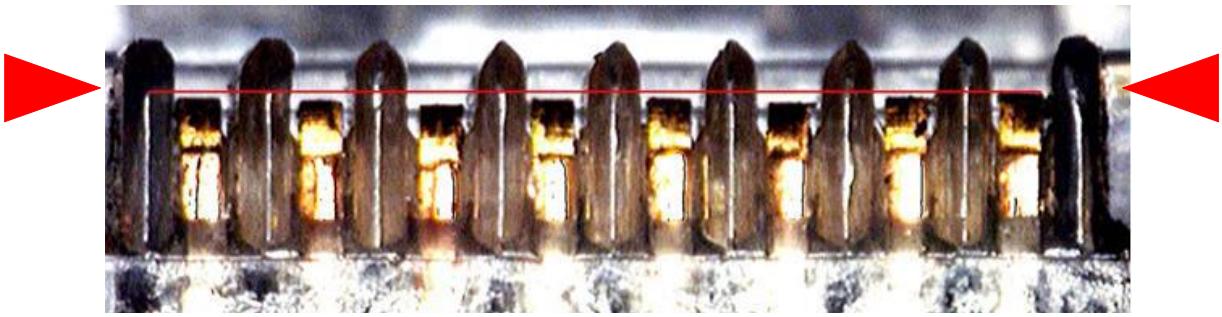


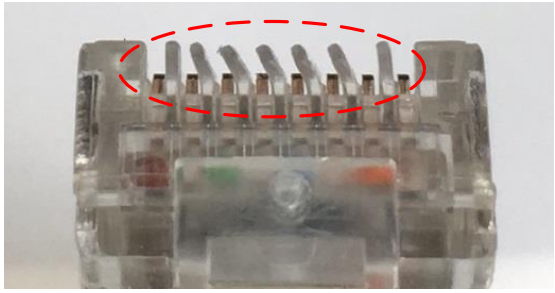
図 A-1-3 圧着型 RJ45 コネクタ（プラグ）のピン端子高さの不均一な例

A3. コネクタ変形

ユニット間接続前のコネクタに側圧や衝撃などの外力を与えないように注意してください。

変形したコネクタで接続すると、接続不良による誤動作や機器側の接続部を破損させる危険があります。

接続前にコネクタを外部からのダメージを防ぐため、チューブ、クッション材等でコネクタを保護しておくことは有効です。



変形例

正常例

図 A-1-4 RJ45 コネクタ変形事例

以上

CC-Link IE TSN

2019年4月作成