

CC-Link **IE** **F**ield

Ethernet-based Open Network

CC-Link IE フィールドネットワーク
敷設マニュアル



CC-Link 協会

本書では、CC-Link IE フィールドネットワーク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 フィールドネットワーク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
A	初版	2010年6月
B	<ul style="list-style-type: none"> ・コネクタとケーブルの結線および敷設時の注意事項を下記へ追加, 修正 <ul style="list-style-type: none"> 1 ネットワークの敷設手順 2.1 ネットワーク構成の概要 3 接続機器の選定 <ul style="list-style-type: none"> 3.1 ケーブル 4.1 配線長 4.3 コネクタとケーブル結線および注意事項 <ul style="list-style-type: none"> 4.3.1 RJ45 コネクタ 4.3.3 コネクタ結線の注意事項 5.1 敷設時の留意事項 付録 A1. FA 用ケーブルの導体構造 付録 A2. ピン端子高さ (Crimp Height) 付録 A3. コネクタ変形 ・M12コネクタについて下記へ追加 <ul style="list-style-type: none"> 2.1 ネットワーク構成の概要 2.3 ネットワーク仕様 3.2 コネクタ 3.3 中継コネクタ <ul style="list-style-type: none"> 4.3.2 M12 コネクタ 5.1 敷設時の留意事項 	2017年3月

目次

第1章 ネットワークの敷設手順	3
第2章 ネットワーク仕様	4
2.1 ネットワーク構成の概要.....	4
2.2 ネットワーク構成.....	5
2.3 ネットワーク仕様.....	5
2.4 トポロジー.....	6
2.5 温度による影響.....	7
第3章 接続機器の選定	8
3.1 ケーブル.....	8
3.2 コネクタ.....	8
3.3 中継コネクタ.....	9
3.4 レイヤ2スイッチ.....	9
第4章 配線の確認	10
4.1 配線長.....	10
4.2 コネクタの数.....	11
4.3 コネクタとケーブル結線および注意事項.....	12
4.4 伝送特性.....	14
第5章 取り付けと配線	17
5.1 敷設時の留意事項.....	17
5.2 接地方法.....	19
付録	22
A1. FA用ケーブルの導体構造.....	22
A2. ピン端子高さ (Crimp Height).....	23
A3. コネクタ変形.....	23

第1章 ネットワークの敷設手順

CC-Link IE フィールドネットワークの敷設手順を下図に示します。
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。

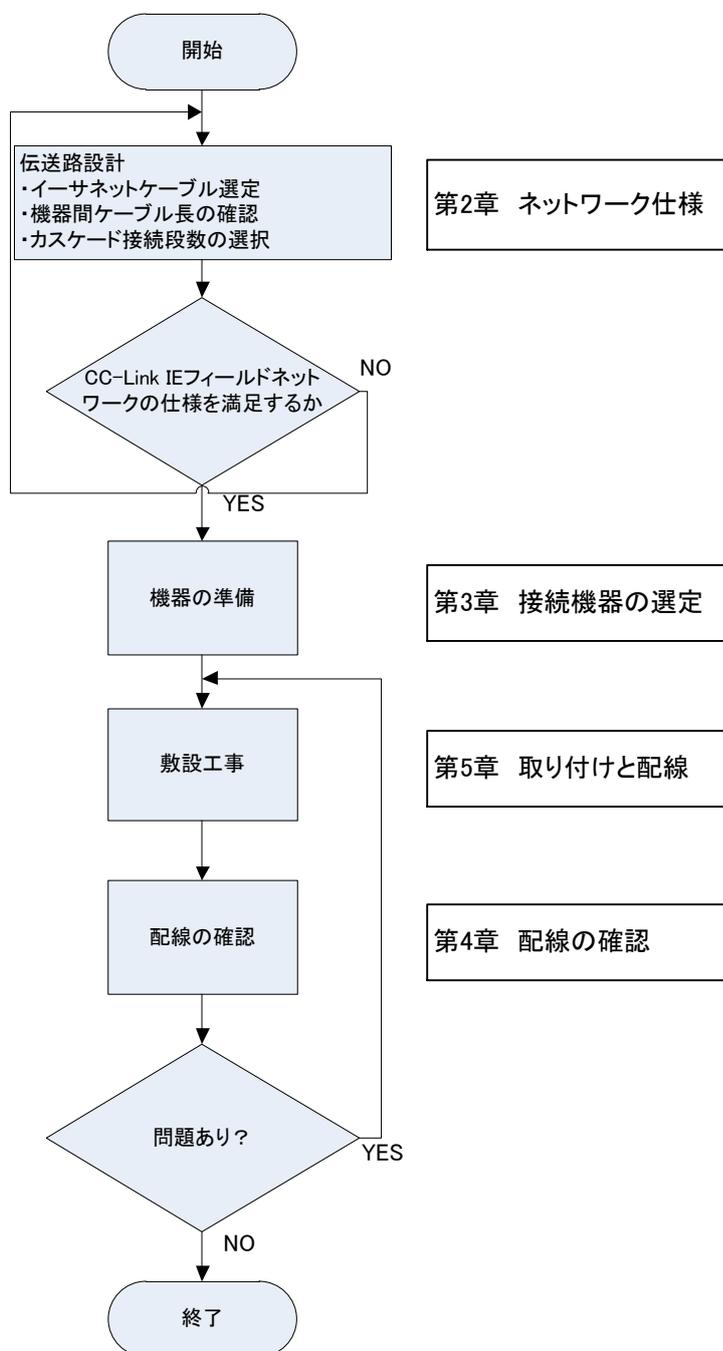


図1 敷設手順

第2章 ネットワーク仕様

2.1 ネットワーク構成の概要

CC-Link IE フィールドネットワークの構成要素

局: CC-Link IE フィールドネットワークで接続され、局番 0~253 が設定可能な機器。
以下の局種別があります。

マスタ局

制御情報(パラメータ)を持ち、サイクリック伝送を管理するノード。

ローカル局

マスタ局および他のローカル局と n:n のビットデータ及びワードデータのサイクリック伝送とトランジェント伝送が可能で、リモート I/O 局を除くスレーブ局とトランジェント伝送が可能であるノード。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ちます。

インテリジェントデバイス局

マスタ局と 1:n のビットデータ及びワードデータのサイクリック伝送とトランジェント伝送が可能で、リモート I/O 局を除くスレーブ局とトランジェント伝送が可能であるノード。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ちます。

リモートデバイス局

マスタ局と 1:n のビットデータ及びワードデータのサイクリック伝送とトランジェント伝送が可能で、リモート I/O 局を除くスレーブ局とトランジェント伝送が可能であるノード。トランジェント伝送においては、サーバ機能を持ちます。

リモート IO 局

マスタ局と 1:n のビットデータのサイクリック伝送が可能であるノード。

スレーブ局

マスタ局以外の局(ローカル局、リモート I/O 局、リモートデバイス局、インテリジェントデバイス局)の総称です。

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

コネクタ: ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5e)準拠の 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。

中継コネクタ: 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。(5.1 敷設時の留意事項を参照してください。)

レイヤ 2 スイッチ: 複数のイーサネットポートを持ち、データリンク層の処理でフレームの転送を行う中継装置です。スイッチング HUB と呼ばれることもあります。
レイヤ 2 スイッチを使用することでスター型配線することが可能です。
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 ネットワーク構成

CC-Link IE フィールドネットワークの局は、ネットワーク番号と局番で指定されます。各ネットワークはネットワーク番号で識別され、中継局によりネットワーク間で通信データが中継され、異なるネットワークにつながった局同士の通信が可能になります。

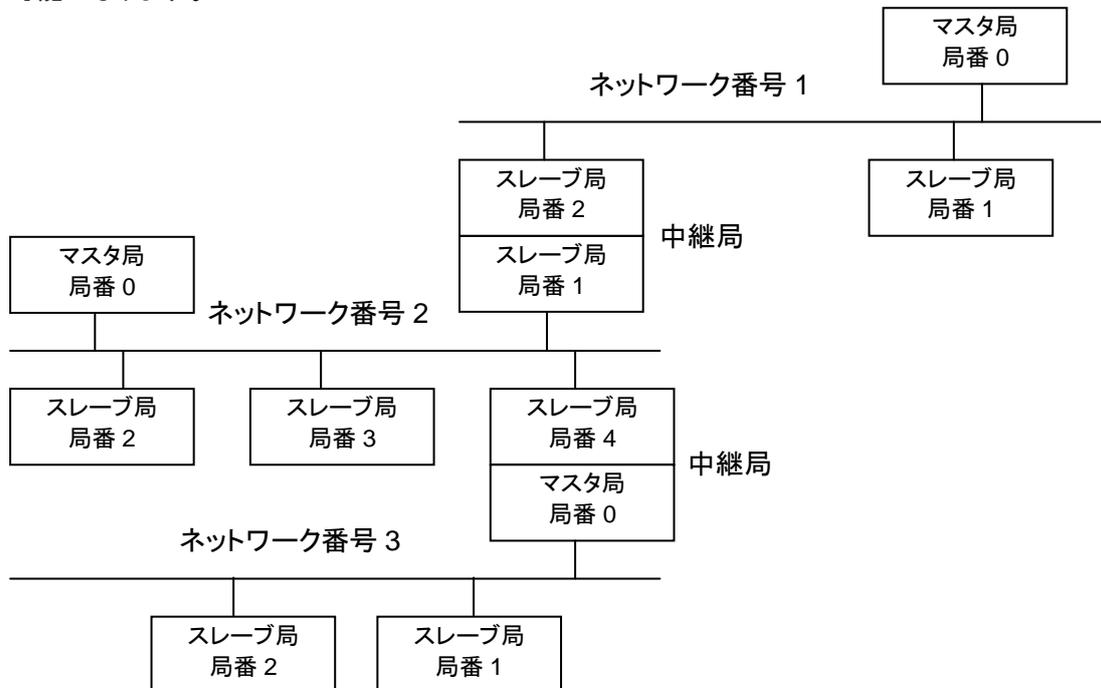


図2 ネットワーク構成

2.3 ネットワーク仕様

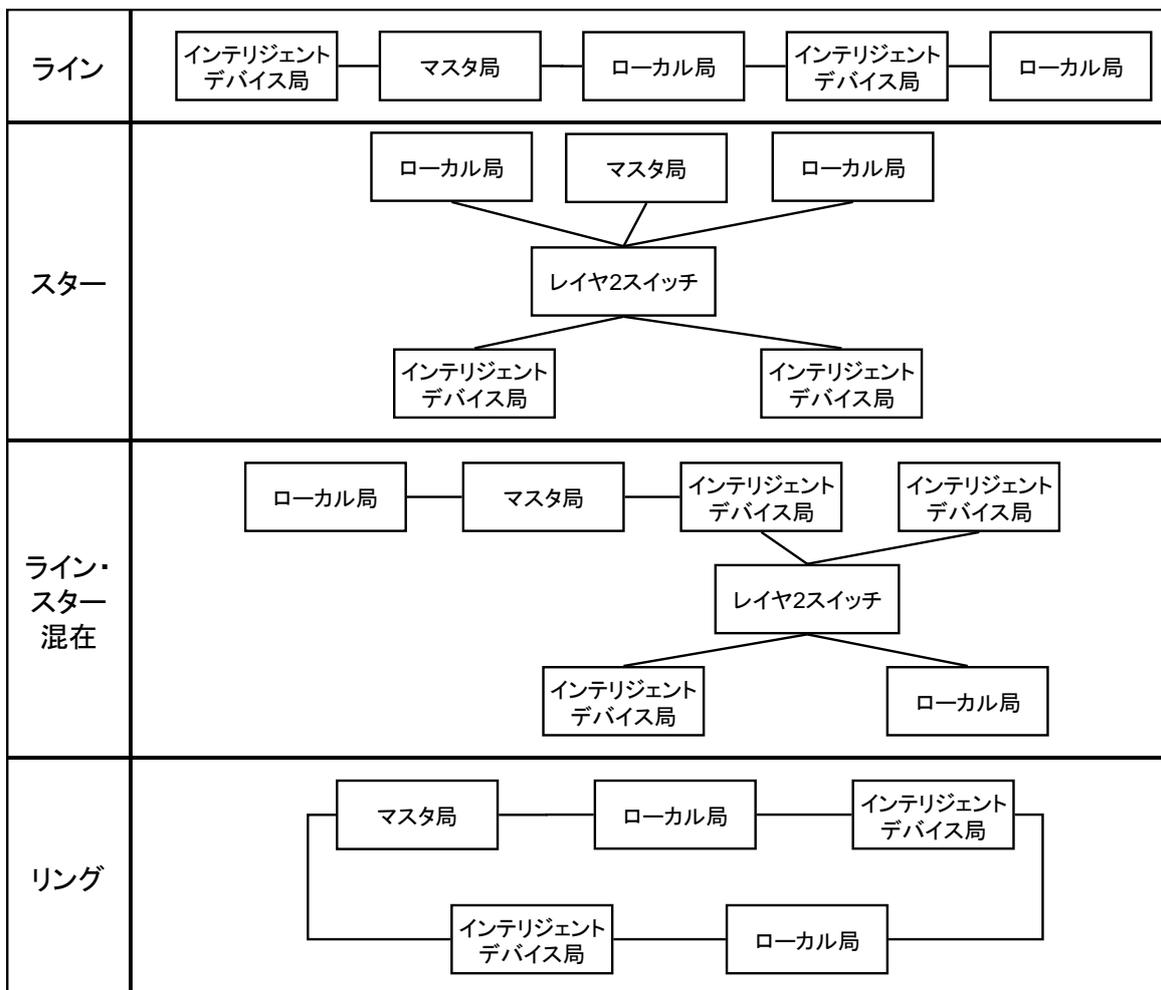
CC-Link IE フィールドネットワークは、物理層およびデータリンク層に IEEE802.3(1000BASE-T)の技術を使用した、イーサネットベースのネットワークです。CC-Link IE フィールドネットワークのケーブル敷設に係わる通信仕様を表1に示します。

表1 通信仕様

項目	仕様	
通信速度	1Gbps	
最大ネットワーク数	239	
1 ネットワークの 接続ノード数	マスタ局	1台
	スレーブ局	253台
ケーブル仕様	IEEE 802.3 1000BASE-T 規定ケーブル ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5e)に準拠の 4ペア平衡型シールドケーブル 二重シールドタイプを推奨。	
コネクタ仕様	ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5e)に準拠の シールド付き RJ45 コネクタ	
	IEC61076-2-109 に準拠の X-Coding の 8 極 仕様の M12 コネクタ	
機器間ケーブル長	最長 100m (ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5e) に準拠)	

2.4 トポロジー

CC-Link IE フィールドネットワークのトポロジーは、ライン、スター、およびリングです。スター配線は、レイヤ 2 スイッチを用います。ラインとスターは混在可能です。



2.5 温度による影響

CC-Link IE フィールドネットワークは、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 2 を目安に機器間のケーブル長を決めてください。

詳細は4. 4項挿入損失の計算式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。

表 2 温度環境と最大機器間長(例)

ケーブルの 周囲温度(°C)	最大ケーブル長 L[m]	最大機器間長[m] (図 3 のパッチコードを含むチャンネル)
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 2 は、図 3 のように 10m パッチコードまたは機器コード類(20°C環境下)を含むチャンネルを仮定しています。

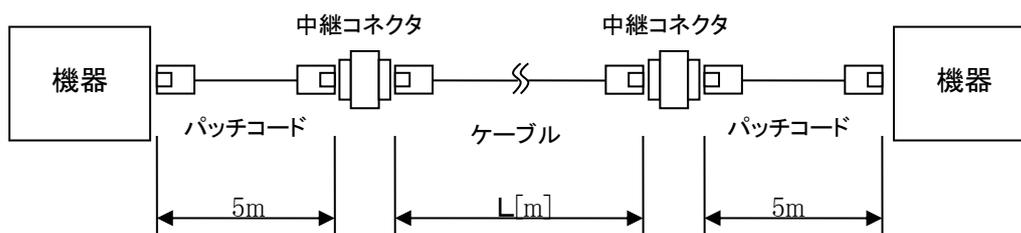


図 3 温度環境とチャンネル構成図

第3章 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4. 3. 3 コネクタ結線の注意事項を参照してください。

3.1 ケーブル

CC-Link IE フィールドネットワークでは、ANSI/TIA/EIA 規格に準拠した、イーサネットケーブル(Category5e 以上)をご使用いただけます。

表3 CC-Link IE フィールドネットワーク推奨ケーブル仕様

項目	仕様
ケーブル種別	4ペア平衡型シールドケーブル 二重シールドタイプ
準拠規格	ANSI/TIA/EIA-568B (Category5e)
心線数	8心(4対撚)
二重遮蔽	アルミテープ
	軟銅線編組

断面例		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		

- 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。詳細は第4章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。第5章1節および付録「A1. FA用ケーブルの導体構造」を参照してください。
 - ・工場内での特殊な環境(例:耐熱・耐油・可動部等)で敷設経路を構築され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、各メーカーの仕様をご確認ください。

3.2 コネクタ

ANSI/TIA/EIA-568-B(Category 5e)準拠の、シールド付の RJ45 コネクタを使用してください。

M12 コネクタの場合は 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。

3.3 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 IEC61076-2-109 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。

3.4 レイヤ2スイッチ

CC-Link IE フィールドネットワークでは、以下の条件を満たすレイヤ2スイッチを使用してください。
リピータ HUB は使用できません。

- (1) IEEE802.3 1000BASE-T 規格に準拠
- (2) オート MDI/MDI-X 機能を搭載
- (3) オートネゴシエーション機能を搭載

3.4.1 レイヤ2スイッチの台数の目安

レイヤ2スイッチの台数=A

i 台目のレイヤ2スイッチのレイテンシ(μ秒)=Bi

スレーブ局の台数=C

j 台目のスレーブ局のレイテンシ(μ秒)=Dj (目安1.5 μ秒)

マスタ局のトークン監視時間(NetWatchTimer)の値(μ秒)=E (目安1,500 μ秒)

として、レイヤ2スイッチは以下の式を満たす台数以内で設置してください。

$$(\sum_{i=1}^A B_i + \sum_{j=1}^C D_j + 0.555 \mu\text{秒} \times (A+C)) \times 2 + 300 \mu\text{秒(最大値)} \leq E$$

【計算例】

例えば、

レイヤ2スイッチの台数 = A = 20

i 台目のレイヤ2スイッチのレイテンシ = Bi = 8.0 μ秒

スレーブ局の台数 = 120台

j 台目のスレーブ局のレイテンシ = Dj = 1.5 μ秒

マスタ局のトークン監視時間(NetWatchTimer)の値(μ秒) = E = 1,500 μ秒

の場合

$$= (\sum_{i=1}^{20} 8.0 \mu\text{秒} + \sum_{j=1}^{120} 1.5 \mu\text{秒} + 0.555 \mu\text{秒} \times (20+120)) \times 2 + 300 \mu\text{秒}$$

$$= 1135.4 \mu\text{秒} \leq 1,500 \mu\text{秒} (=E)$$

なので、レイヤ2スイッチは20台設置可能です。

注意事項

レイヤ2スイッチのレイテンシは、レイヤ2スイッチの機種のみでなく、システム構成や異常局の有無によっても変化します。実運用に入る前に、実システムに近い環境にてテストされることをお勧めします。

第4章 配線の確認

CC-Link IE フィールドネットワークの機器と機器(あるいはレイヤ 2 スイッチを使用している場合はレイヤ 2 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
- ② コネクタの数
- ③ コネクタ(プラグ・ジャック)とケーブルの結線
- ④ 伝送特性

4.1 配線長

CC-Link IE フィールドネットワークにおける、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 フィールドネットワーク機器やレイヤ 2 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ンネル(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ンネルの伝送特性を規定しています。

図 4 の例では、機器間をつなぐチャンネルが計 5 箇所あり、各々のチャンネルの配線長が 100m 以下であること、及び各々のチャンネルが伝送特性規定を満たすことが要求されています。

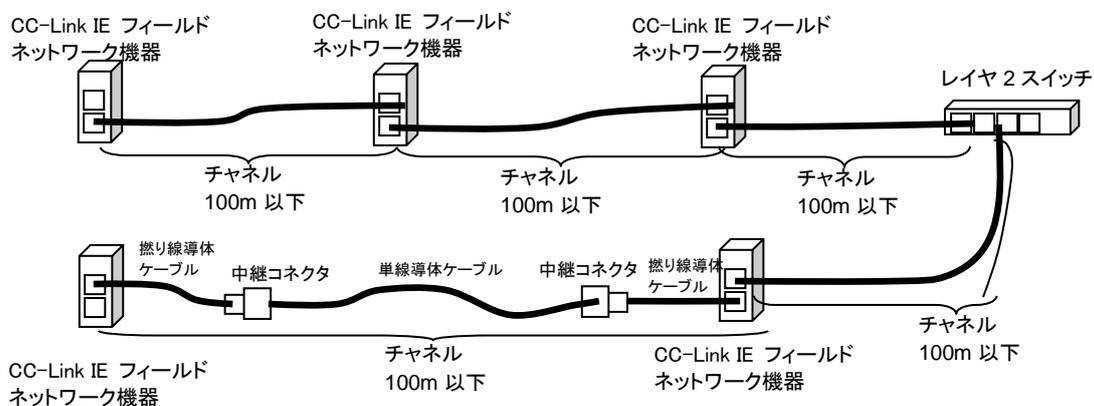


図 4 配線長

機器間の配線、即ち各々のチャンネルの伝送特性がチャンネルの規格値を満足する必要があるため、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ン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 4.4 項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ン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 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ン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ー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
ケーブルメーカー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、御使用ください。
- ・ 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
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℃時にチャン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、ケーブルメーカーの温度係数の仕様を基に算出してください。

4.2 コネクタの数

1つのチャン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。

- ・ チャン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。

4.3 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が低下したり、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、コネクタメーカー指定の加工手順に従い、十分に注意して作業してください。

4.3.1 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、コネクタメーカー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。

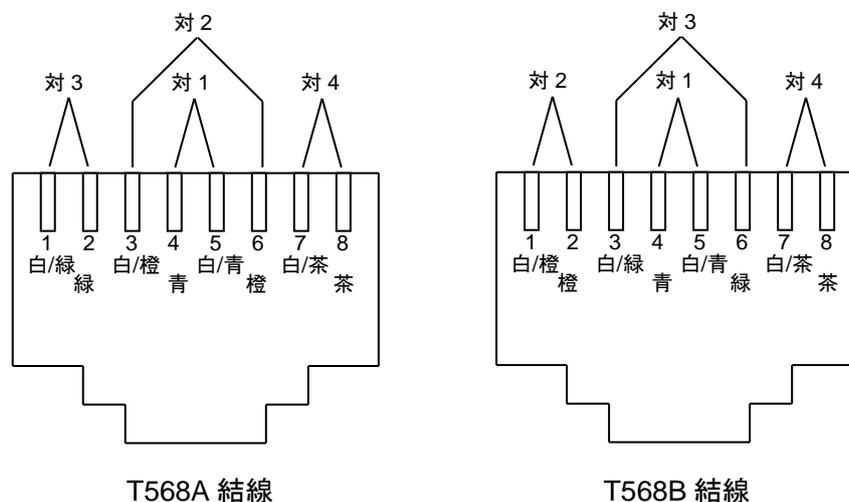


図 5 RJ45 コネクタ(プラグ)への結線方法

特別な指定のない限り、ケーブルの両端では同一結線(ストレートケーブル)とすることをお勧めします。

4.3.2 M12 コネクタ

IEC61076-2-109 の規格に準拠した M12 コネクタ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。

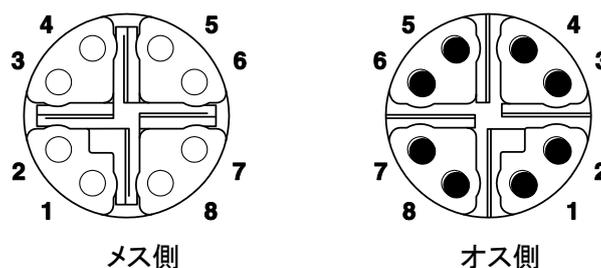


図 6 M12 (X-coding)コネクタ

表 4 M12 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

4. 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が低下したり、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、コネクタメーカー指定の加工手順に従い、下記の事項に十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

●ケーブル外径

ケーブル外径寸法とコネクタとの組み合わ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

コネクタメーカー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

●専用工具

コネクタメーカー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。

4. 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、フィールドテストを用いて測定し、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、途中にレイヤ 2 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、フィールドテスト等の測定器を用いて測定を行なう事が必要です。

○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

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

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

上記で求めたチャンネルの遅延時間が、チャンネルの規格値(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 $n=4$

チャンネル(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

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

チャン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

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

チャンネルの遅延時間規格値 555ns 以下を満たさず使用不可

尚、チャンネルの遅延時間は 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ン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

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

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

ケーブルの挿入損失の温度換算式

ケーブル1の20°Cにおける100mあたりの挿入損失 $IL_{cable1,20^\circ C}$ (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 (°C)

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

$$IL_{cable1,t^\circ C} = IL_{cable1,20^\circ C} \times (1 + (t-20) \times k/100) \quad \dots(式 C)$$

よって、 t °Cにおけるチャン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 $IL_{cable1,t^\circ C}$, $IL_{cable2,t^\circ C}$ を用いて計算してください。

上記で求めたチャンネルの挿入損失が、チャン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ン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°C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°Cにおける100mあたりの挿入損失 $IL_{cable1,20^\circ C} = 22.0$ (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°Cにおける100mあたりの挿入損失 $IL_{cable2,20^\circ C} = 26.4$ (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 $t = 60$ (°C)

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 $n = 4$

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

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

例1 ケーブル1の総長80m、ケーブル2の総長3mのとき

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

チャンネルの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

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

チャンネルの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ン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ト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。

第5章 取り付けと配線

5.1 敷設時の留意事項

●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、各メーカーの仕様をご確認ください。

●ケーブル最小曲げ半径

各ケーブルメーカー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證できる半径です。

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。

(ケーブルメーカー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

●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。

また、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かかり易くなる場合があります。

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ーに確認する。
 - ・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。

5.2 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)としてください。(接地抵抗100Ω以下)

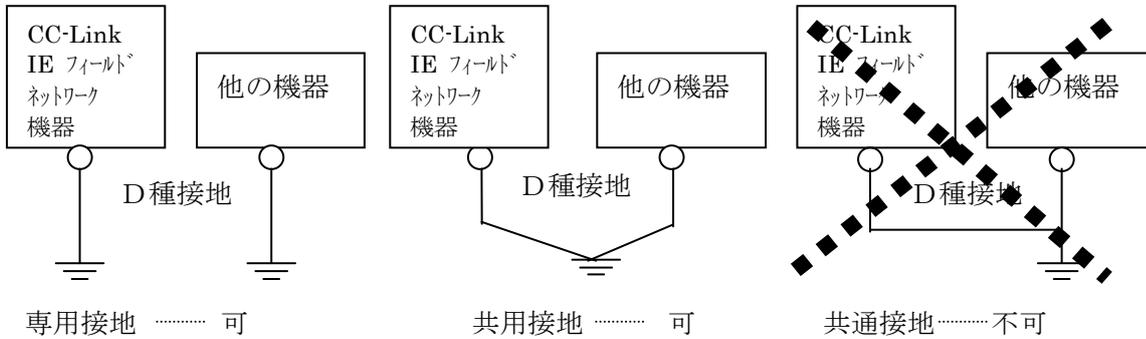


図7

図8

図9

- ・接地用電線はできるだけ太い線(2mm²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。

5.2.1 接地に関する補足説明

(1) 接地の種類について

CC-Link IE フィールドネットワーク対応製品(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。

CC-Link IE フィールドネットワーク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



(2) 接地方法補足

保護接地、機能接地は専用接地(図7)とするか、接地点までを各々個別に敷設する共用接地(図8)としてください。共通接地(図9)の場合、保護接地から機能接地にノイズが進入し、CC-Link IE フィールドネットワークの通信が不安定になる可能性があります。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 フィールドネットワーク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 2mm² 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(14mm²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。)

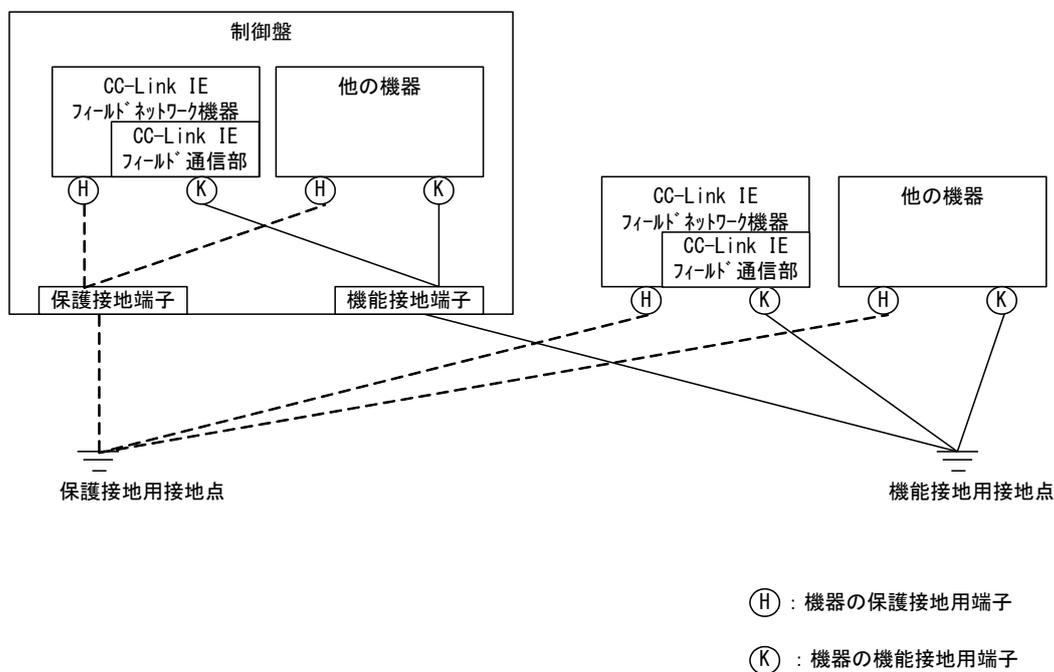


図 10 専用接地の例

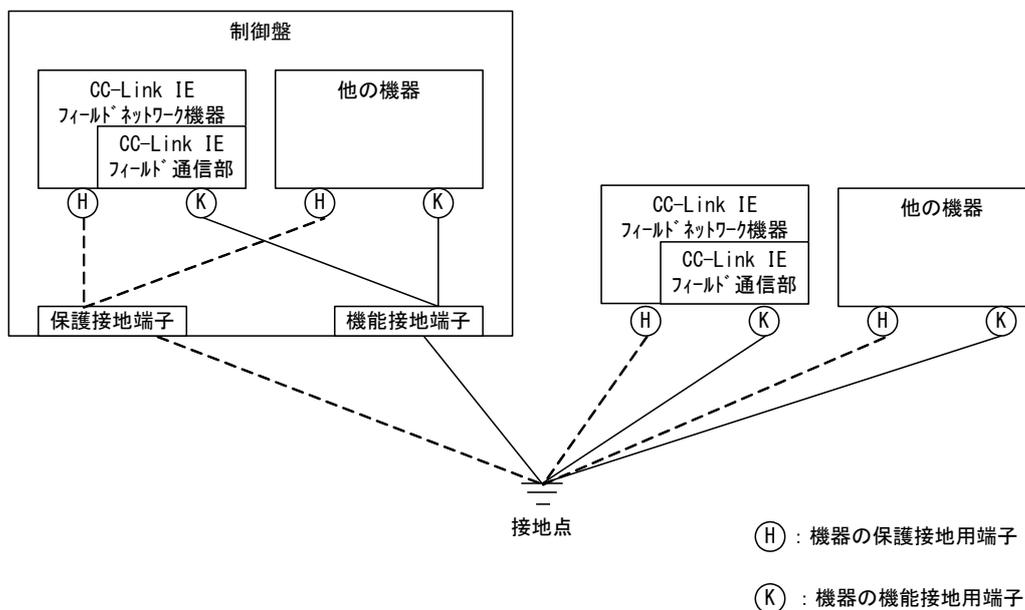


図 11 共用接地の例

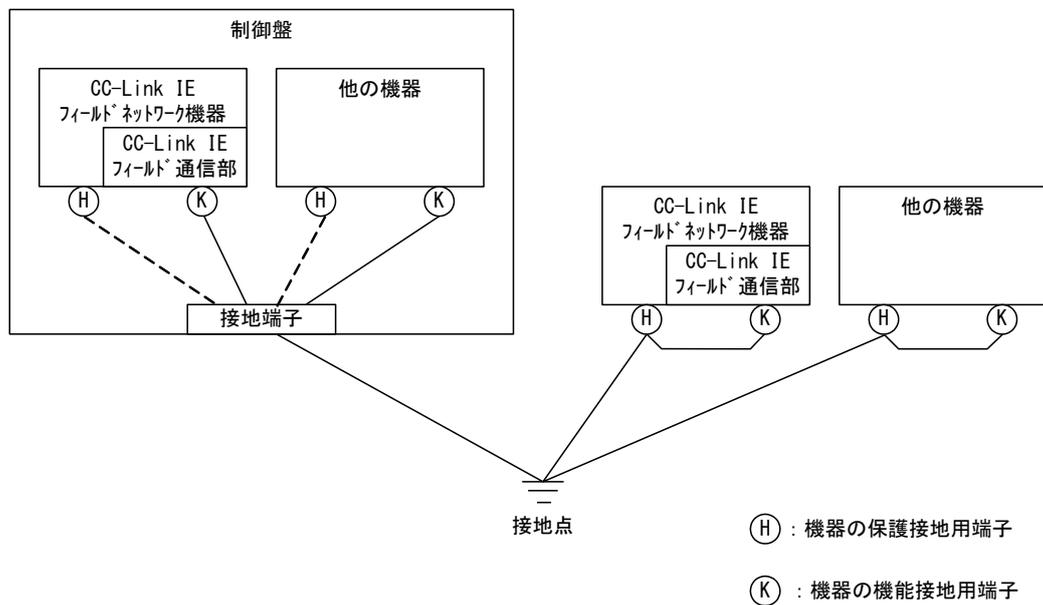


図 12 共通接地の例

(3) 共用接地の配線例

共用接地での配線例を以下に示します。

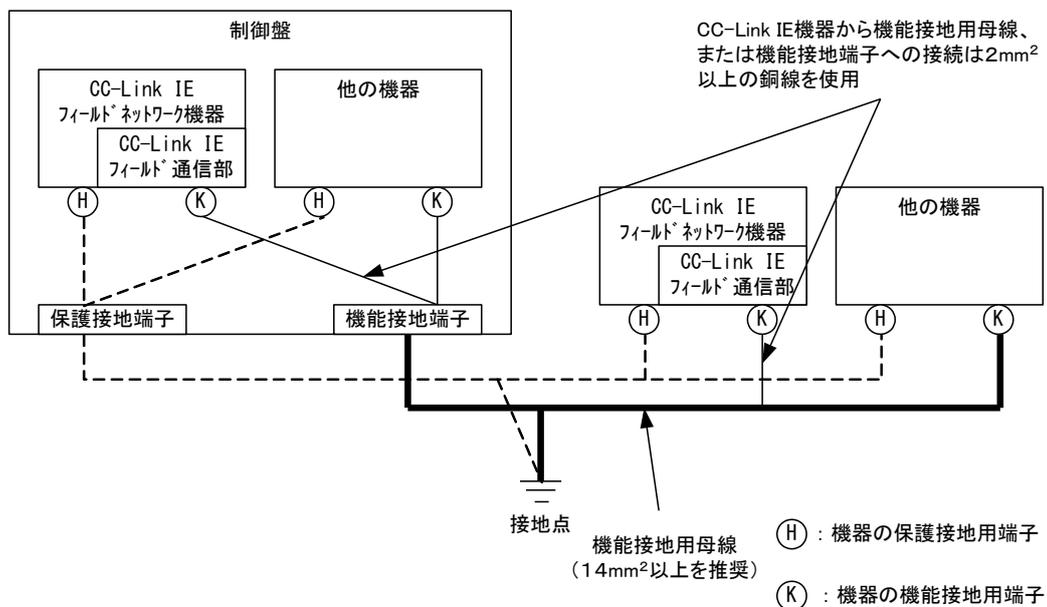


図 13 共用接地での配線例

付録

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 5 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(メーカー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事が重要です。

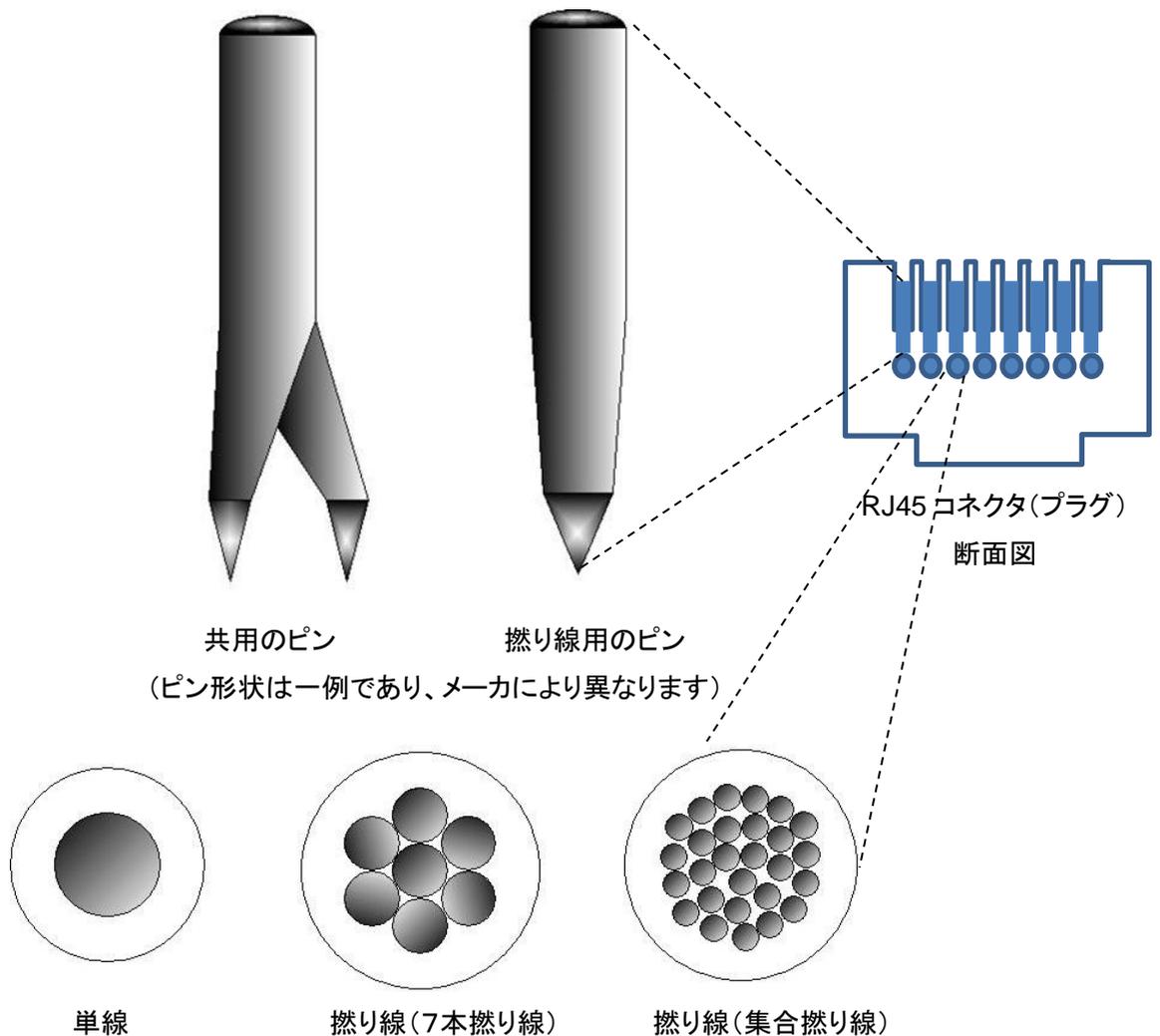


図 14 RJ45 コネクタ(プラグ)のピン形状例と導体の種類

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

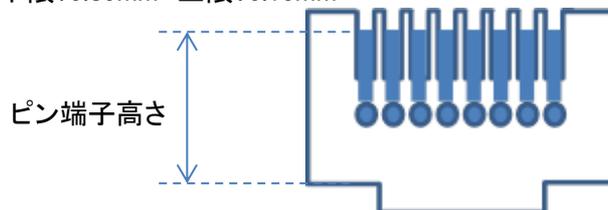


図 15 RJ45 コネクタ(プラグ)のピン端子高さ

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ー指定の専用工具を必ず使用してください。

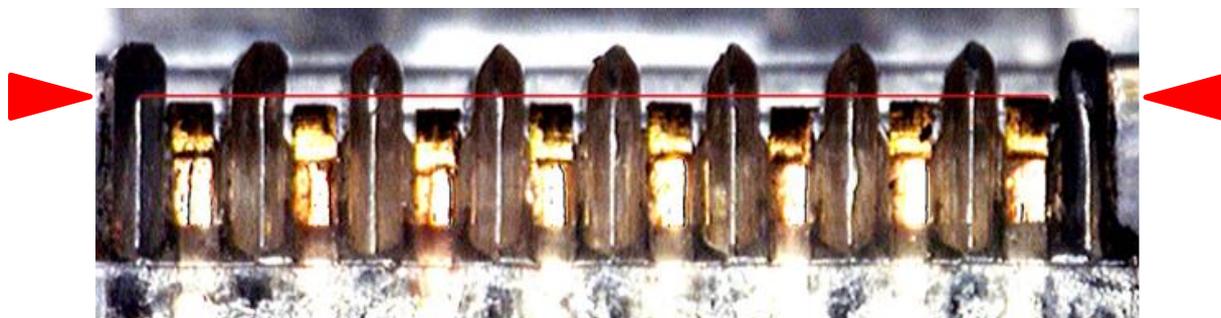


図 16 圧着型 RJ45 コネクタ(プラグ)のピン端子高さの不均一な例

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を行なうと、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 17 RJ45 コネクタ変形事例

本書の内容についてのお問合せ先

CC-Link協会

〒462-0825 名古屋市北区大曾根 3-15-58 大曾根フロントビル6階

TEL :052-919-1588

FAX :052-916-8655

URL :<http://www.cc-link.org/>

E-Mail :info@cc-link.org

本書掲載内容の無断転載を禁じます。

