

CLIPLINE テクニカルガイド

DINレール端子台での優れた技術力
CLIPLINE quality

PHOENIX CONTACT —

接続技術での優れた技術力

フエニックス・コンタクト社は、各種接続技術から電子オートメーション技術までをカバーする制御機器・システムの専門メーカーであり、各産業分野に必要な優れた製品とサービスを提供いたします。

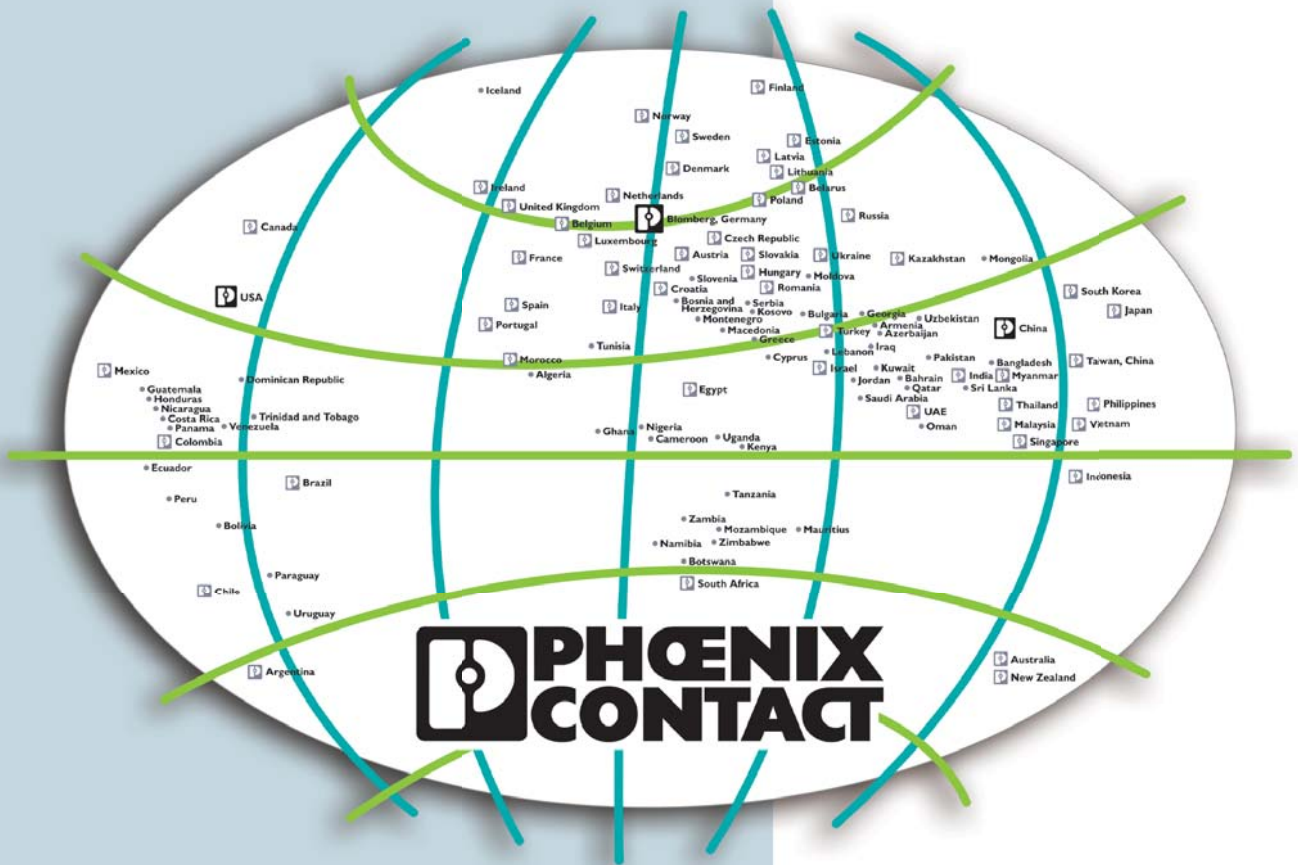
当社は産業用端子台、プリント基板用端子台といった接続技術から、インターフェース、サージ電圧保護システム、オートメーション用のオープン・フィールドバスシステムまで幅広い製品を取り揃えています。

当社はそれらの技術力を生かし、100年近くにわたり顧客志向で製品開発を続けてまいりました。

グローバル・プレーヤーとして つねにお客様の近くに

ドイツに本社を置くフエニックス・コンタクト社は、グローバル企業における標準化部品や、省配線化・省工数化、装置の小型化を実現する製品におけるさまざまな業種において、世界市場での豊富な実績があります。現在世界50ヵ国以上の主要産業国でビジネス展開を行っており、世界中どこでも迅速に、適切なアドバイスと製品・サービスの提供をいたします。





品質が最優先

当社は常に信頼できる接続技術をモットーにしています。そのためには製品の品質が重要です。品質試験は製造上のあらゆる工程で行っています。当社では従業員、取引先環境の保全を考慮して天然資源の使用に努めています。国際標準DIN EN ISO 9001と14001をベースにした工程の統合管理システムにより、EU指令 2002/96/EU (WEEE) や2002/95/EU (RoHS) のような条例や規格はもちろんのこと、製品の製造においてはお客様の要望にも配慮しています。



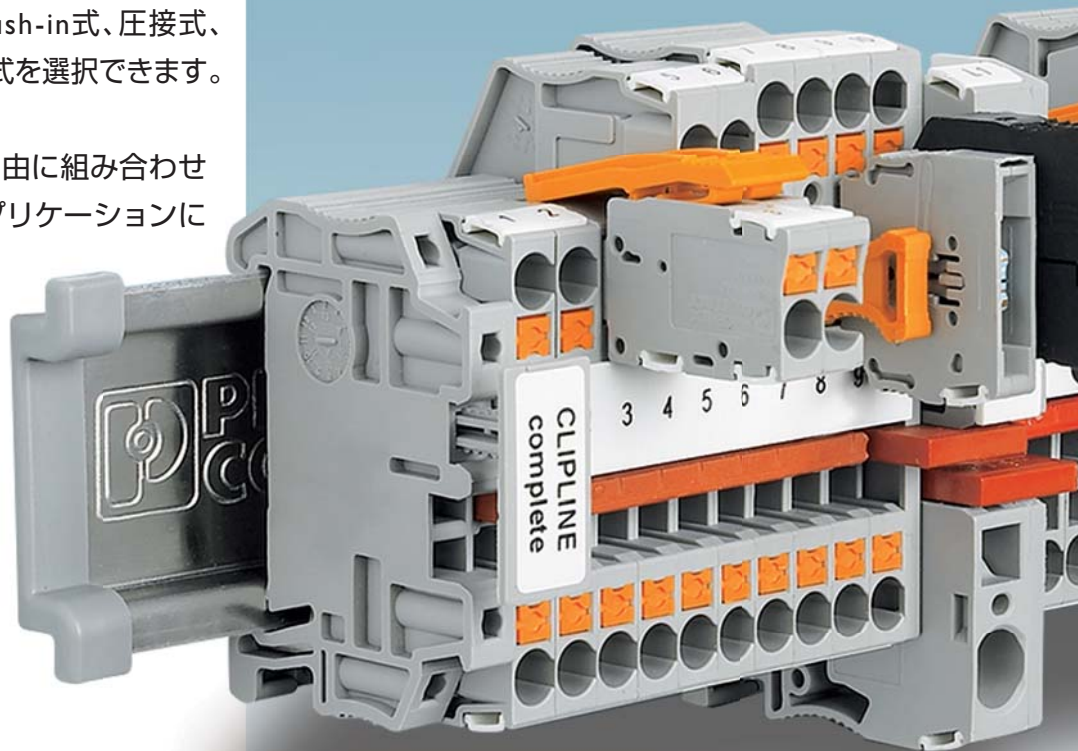
CLIPLINE - 産業用端子台

CLIPLINE complete - 5つの接続技術

世界中で広く実績のあるフェニックス・コンタクト独自の端子台システム“CLIPLINE complete”では、ねじ式、スプリング式、Push-in式、圧接式、ボルト式の中から自由に接続方式を選択できます。

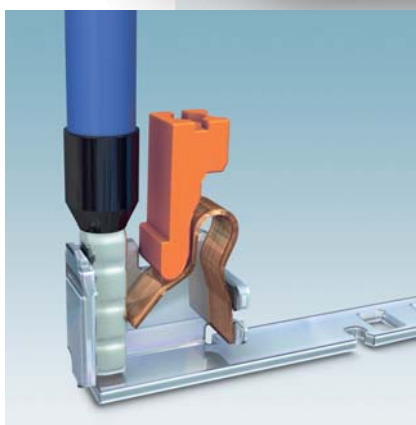
システム共通のアクセサリで自由に組み合わせることができ、さまざまなアプリケーションに対応します。

IECの端子台規格であるIEC 60947-7-1/-2に基づいた試験、評価を実施しており、ULをはじめ、世界中で多くの認証を得ています。



ねじ式接続 UK/UTシリーズ

あらゆるアプリケーションで使用できる汎用ねじ式接続式システムの特長は複数の電線を接続できることと、電線の接続力が非常に高いことです。ねじ式接続システムは世界中で利用されています。



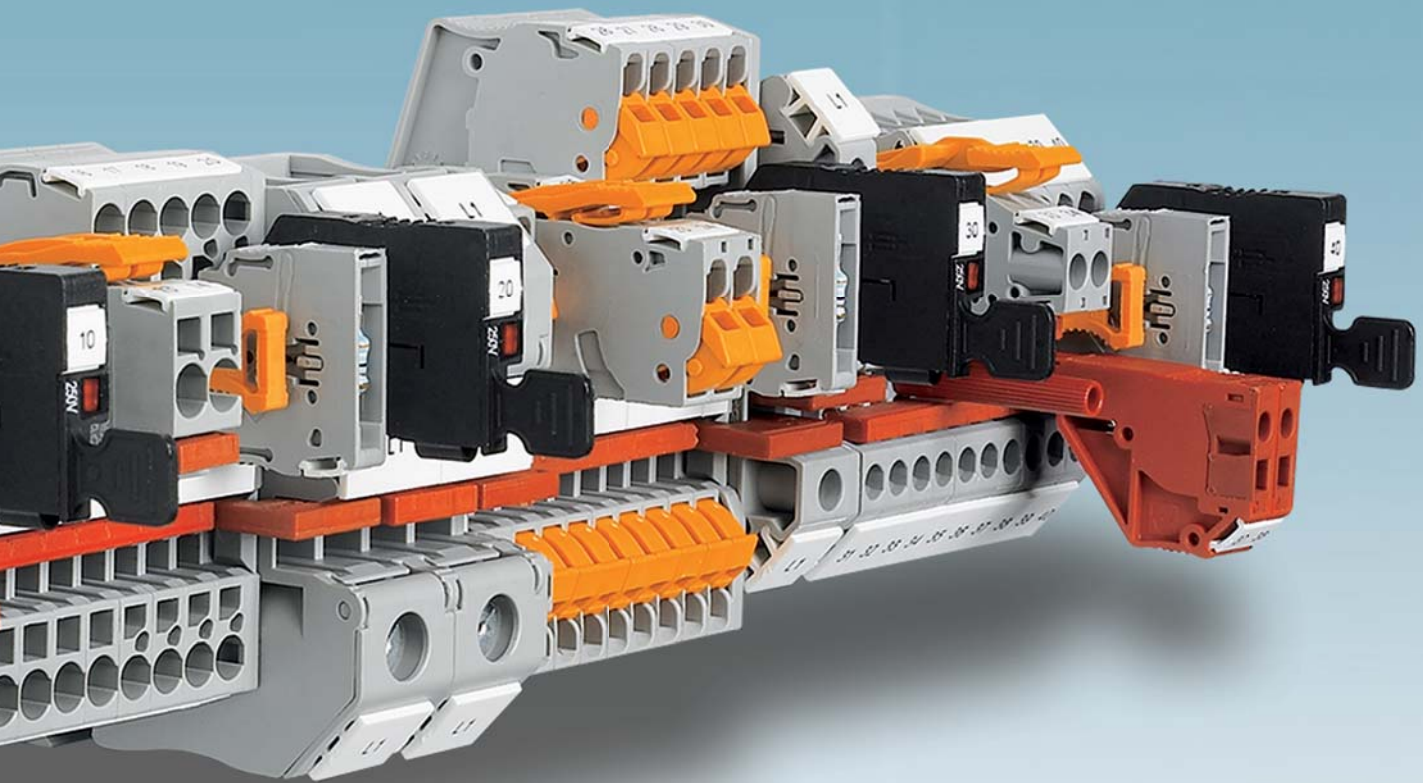
Push-in式接続 PTシリーズ

単線や棒端子(フェルール)付電線を端子台に挿し込むだけで作業完了。これがPush-in式接続システムの特長です。新機構のプッシュボタンで専用工具を使わず電線の接続や取外しが可能です。Push-in式接続は、接続スペースが限られていたり、作業スペースが狭いときなどに適しています。



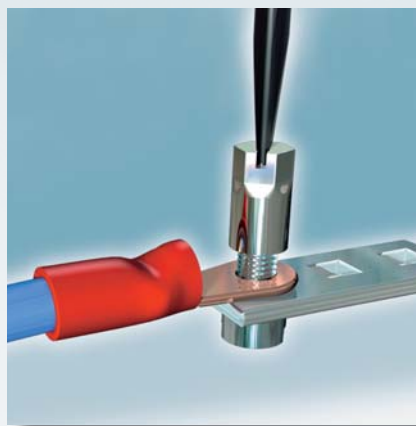
スプリング式接続 STシリーズ

振動に厳しいアプリケーションで実証済みの接続システムです。作業者の熟練度合いに関係なく、スプリングは常に電線に対して一定の力で保持します。接続作業は簡単で、省スペースの前面接続です。



圧接式接続 QTシリーズ

電線を剥かずに接続します。このクイック接続システムは接続時間を60%も短縮します(当社比)。電線は通常のドライバーを一動作するだけですぐに接続されます。



ボルト式接続 RTシリーズ

丸圧着端子に対応した接続方式です。大きな線径の接続や、大容量の電源系の接続に適しています。導電部は銅合金を使用し、電気的特性に優れています。ロックワッシャを使用し、ねじの緩みを防止しています。



プラグ式接続COMBIシリーズ

制御盤のコンポーネント化、省工数化に欠かせないプラグ式接続を、二重のスプリング構造による確実な接点で高い信頼性を確保。電線接続は、ねじ、スプリングケージ、Push-in、圧接式の4つの接続方式より選択可能です。

CLIPLINE complete

さまざまな産業に適合する規格試験



電力



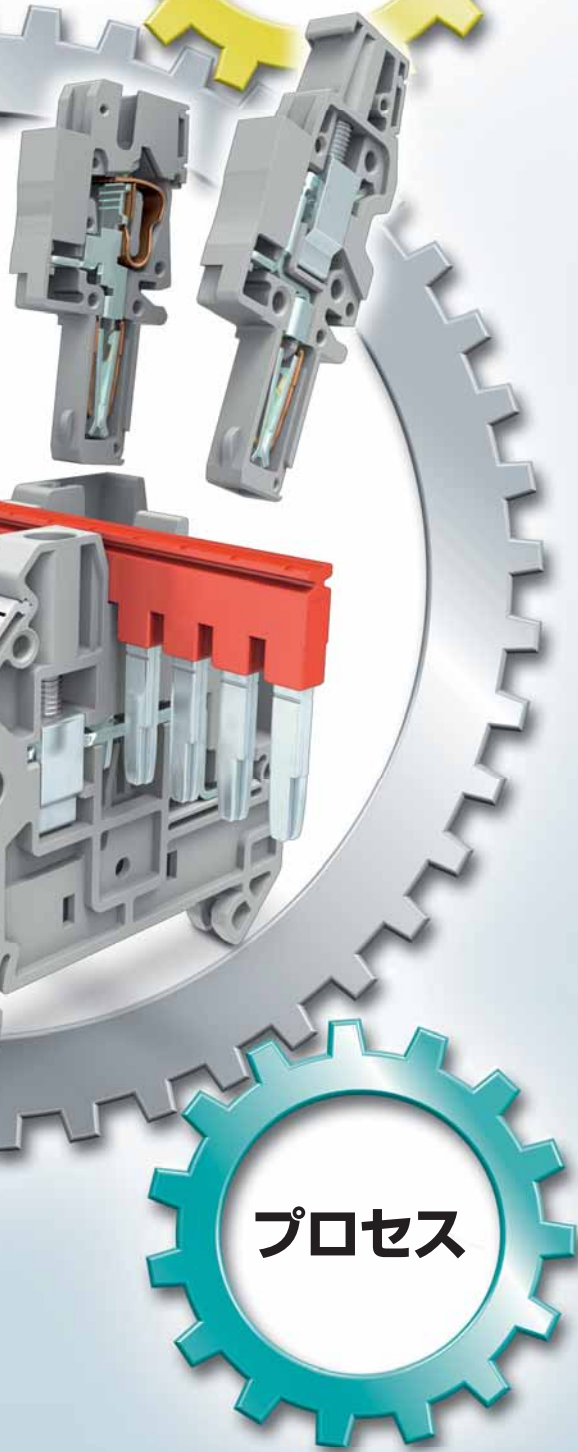
- 劣化
- 衝撃保護
- 燃焼
- 環境条件
- 衝撃および振動
- 火災負荷



鉄道/交通
・船舶



標準試験



プロセス

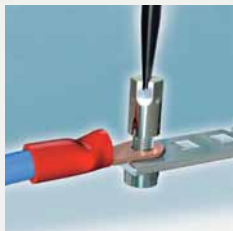


- 機械試験
- 電気試験
- 材料試験
- 防爆
- 冷却と加熱
- 工業環境





CLIPLINE complete



産業用端子台の標準試験



フエニックス・コンタクト社の端子台は省スペースで確実な電気接続の代名詞になっています。高品質の物理特性と最新の生産技術は、長期間安定した接続で証明されています。高品質であることは、世界の各種公認テストで立証されています。

標準的な試験は次の内容です。

- ・機械試験
- ・電気試験
- ・材料試験

また、国内の工業用端子台規格 JIS C 8201-7-1 は、端子台の国際規格である IEC 60947-7-1 に準拠して制定されています。

製品により、旧 JIS C 2811 (NECA C2811) 規格で試験を実施している端子台もあります。



フエニックス・コンタクト社の端子台は、世界中の機械産業分野で標準的に使用されています。

機械試験

- ・接続容量
- ・機械強度
- ・ねん回試験
- ・電線の引張試験
- ・支持体への端子台取付け

電気試験

- ・空間距離と沿面距離
- ・サージ電圧試験
- ・電圧降下試験
- ・温度上昇試験
- ・短時間耐電流試験
- ・絶縁試験
- ・劣化試験

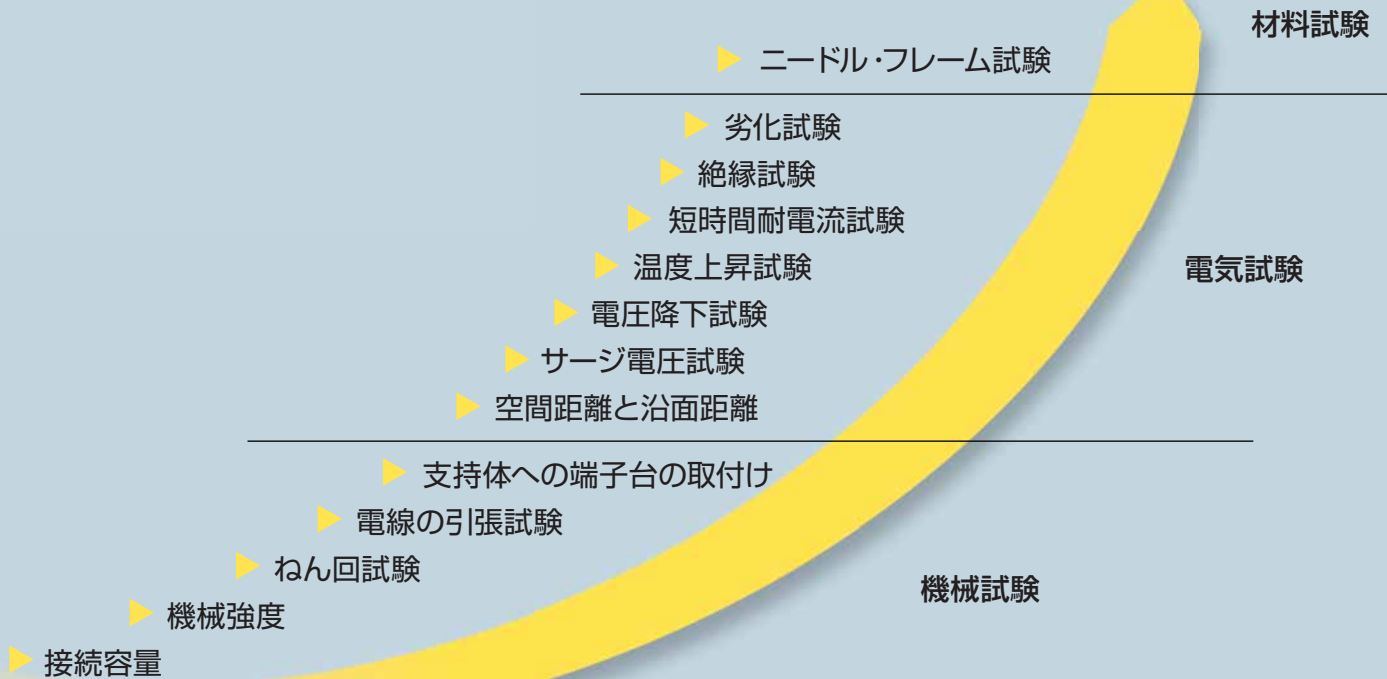
材料試験

- ・ニードル・フレーム試験

試験についての詳細は次ページ以降を参照。 ▶

IEC 60947-7-1/2に準拠した 端子台の試験手順

適合試験内容



接続容量

▶ IEC 60947-7-1/2

この機械試験は、メーカーの情報に基づいて市販の電線の接続を規定しています。端子台は、仕様書に記載された定格断面積と定格接続容量を持つ電線を接続できるように構成しなければなりません。メーカーの情報はメートル法 (mm²) と米電線規格 (AWG) の値を併記します。

寸法:

定格断面積 =

一定の熱、機械および電気要件が規定する接続可能な電線 (単線、撚線、細撚線) の最大断面積の値です。

定格接続容量 =

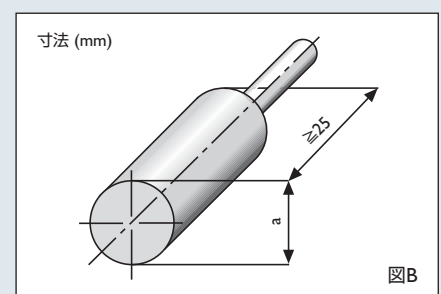
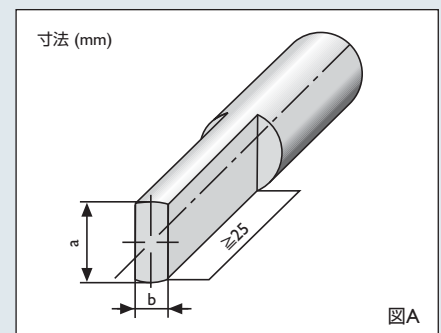
最小の接続領域における最大断面積と、各端子台が規定する接続可能な電線の数 considering 測定された接続空間が規定されます。

試験では、端子台は定格断面積および定格接続容量をもつ電線と接続します。

また、定格断面積はゲージを使って確認することもできます (図A、図Bを参照)。

電線またはゲージを簡単に挿入できるか、または開いた端子部に接続できなければなりません。

フエニックス・コンタクト社の端子台は基準を大きく上回った接続容量を持ち、規定された定格断面積に適したさまざまな種類があります。補強・保護のため、CLIPLINE completeシステムの産業用端子台では定格断面積の電線に、絶縁スリーブ付棒端子を接続して使用することもできます。



IEC 60947-1に準拠したAとBのゲージ

機械強度

▶ IEC 60947-7-1/-2

端子台の接続ポイントの機械強度は、実地試験によって調べられます。

このため、端子台の接続ポイントは、品質の低下なしで繰返し接続できることが必要です。

試験ではメーカー情報に明記されたトルクで、単線を端子台に5回以上取付け、取外しを行います。

これは5つ並べた端子台の中央の端子台で行い、試験前後において電圧降下テストに合格しなければなりません。

端子台の接続ポイントは接続を繰り返しても外観上損傷がなく、試験前後の電圧降下が3.2mVまたは初期測定値の1.5倍を超えてはなりません。

フエニックス・コンタクト社の端子台は繰返しの接続に適し、外観や電圧降下などの品質の低下はありません。取付け、取外し回数は接続システムによっては最高5,000サイクルに達するものもあります。

ねん回試験

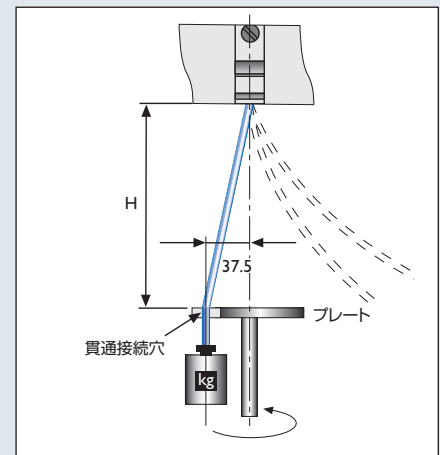
▶ IEC 60947-7-1/-2

電線を正しく接続した端子台は、高い機械的安全性を示さなければなりません。これには電線の確実な取付けも含まれます。この試験では、最小断面、定格断面および最大断面の単線と撚線を使ってテストを行います。

垂直に固定した端子台に電線を接続します。電線の端に、それぞれの断面積に対応する試験用の重りを取り付けます。中心から37.5mmにある回転ディスクの開口部に電線を通し、その軸を中心に135回、回転させます。この手順によって電線の取付け部分が損傷してはいけません。その後、接点は電線の引張試験に合格しなければなりません。

接続断面積	AWG	間隔H	負荷
0.2 mm ²	24	260 mm	0.3 kg
⋮	⋮	⋮	⋮
4 mm ²	12	279 mm	0.9 kg
⋮	⋮	⋮	⋮
240 mm ²	500	464 mm	20.0 kg

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は、電線が取付け部分に干渉しないように設計されています。このため、電線と接触点は損傷することがなく、繰返しの取付け後も同じ特性を保持しています。



規格に準拠した試験装置

電線の引張試験

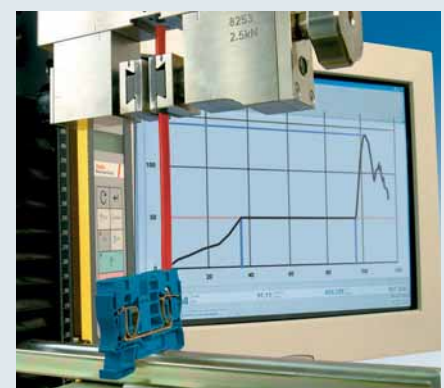
▶ IEC 60947-7-1/-2

実際の作業では、配線作業または機器の操作中に、電線の張力が端子台の接続ポイントに影響を与えることがあります。

そのため、端子台は高い機械的安全性を維持できるように、正しく配線する必要があります。端子ポイントの引張荷重容量を試験するには、端子ポイントが各断面に対応する所定の引張力に60秒以上耐えなければなりません。

電線断面積	AWG	引張力
0.2 mm ²	24	10 N
⋮	⋮	⋮
4 mm ²	12	60 N
⋮	⋮	⋮
240 mm ²	500	578 N

フエニックス・コンタクト社の端子台の試験結果は、規定の最低値を最高150%上回るものもあります。



10mm² スプリング式端子台での引張力の試験例

支持体への端子台の取付け

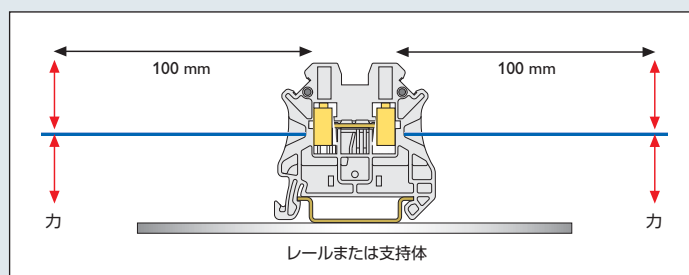
▶ IEC 60947-7-1/-2

端子台は電線の確実な接続のほか、端子台自体も支持体からゆるむことがなく、確実に固定されなければなりません。さらに、実際の使用上許容できない損傷が起きてはいけません。

ここでは端子台の取付け安定性を試験するため、端子台をメーカーの指示に従い支持体に取り付けます。その後、長さ150mmの金属棒を端子ポイントに固定します。端子ポイントから100mmの位置で接続部に対する力をレバー装置で加えます。試験中端子台がゆるんだり、支持体から外れたりしてはなりません。

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は、構造上さまざまなDINレールなどに確実に取り付けることができます。

断面積 (mm ²)	断面積 (AWG)	力 (N)	金属棒の直径 (mm)
0.75	18	1	1
1	-	1	1
1.5	16	1	1
2.5	14	1	1
4	12	1	1
6	10	5	2.8
10	8	5	2.8
35	2	10	5.7
50	0	10	5.7
240	500 kcmil	20	20.5



空間距離と沿面距離

▶ IEC 60947-7-1/UL 1059

空間距離と沿面距離の規定では、次の項目に関して十分な電気絶縁特性があることを確認します。

- ・用途
- ・予想される汚染度
- ・環境条件

空間・沿面最低距離はIEC 60947-1およびUL 1059に規定されています。

各距離は、2つの隣接する端子台と支持体間の最短距離を測定します。

空間距離について：

空中での導電部間の最短距離です。最小の空間距離を決定する重要な要素は、端子台の定格サージ電圧とサージ電圧カテゴリです。

沿面距離について：

端子台の絶縁ハウジングに沿った2つの導電部間の最短距離です。最小沿面距離を決定する重要な要素は端子台の定格電圧、汚染度および絶縁材料グループです。最小値は当刻規格から取得できます。

IEC 60947-7-1

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は、サージ電圧カテゴリIII、汚染度3までの環境での使用を前提として設計されています。

UL 1059

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は通常、使用グループC、公称電圧600V用に設計されています。

詳細はカタログまたは技術資料を参照してください。

UL使用グループ	定義	最大電圧 [V]
A	操作機器、パネルその他	150
		300
		600
B	事務機器や電子データ処理装置などの通常装置	150
		300
		600
C	工業用途、制約なし	150
		300
		600
D	工業用途、定格が制限された電気装置	300
		600

サージ電圧試験

▶ IEC 60947-7-1/-2

2つの隣接する電位間に十分空間距離がとられているかは、サージ電圧試験を行い確認します。

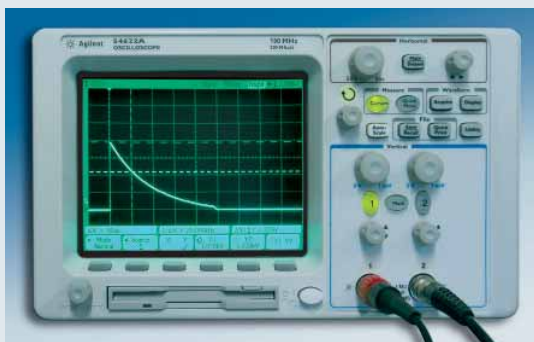
この試験では、定格絶縁電圧をもつすべての極性に対し、サージ電圧を5回、少なくとも1秒間隔で加えて行います。

隣接する端子台間または端子台とレール間における状態を調べます。

試験中に意図しない絶縁破壊があってはなりません。

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台の定格サージ電圧は6~8kVの範囲です。

この試験により、カタログなどに記載された端子台の使用電圧に関する安全性を効果的に確認することができます。



オシロスコープにサージ電圧インパルスの分布が示されます。

電圧降下試験

▶ IEC 60947-7-1/-2

この試験では、端子台のすべての端子ポイントで、接続方式に応じて1本以上の電線を接続します。

電流の伝達は、電線と導電部間の電気抵抗に強く影響されます。そして高品質の接点による接続は抵抗の要因となるガスの影響を受けません。これが恒久的に信頼できる接続を保証する唯一の方法です。

この試験では、端子台の電圧降下を調べます(2つの端子ポイント間)。これにより接触抵抗と品質に関する状況を判断することができます。

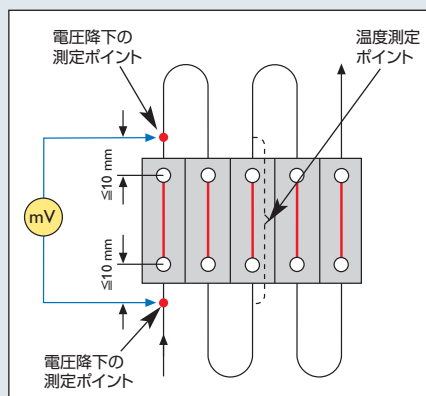
まず端子台に定格断面積を持つ電線を接続します。測定のため、端子台に対象電線の電流容量の0.1倍に相当する直流を加えます。端子ポイントの中央から10mm以上離れた所で、電圧降下を測定します(図を参照)。

室温20℃以下で、試験の前と後の電圧降下が3.2mVを超えてはいけません。または試験開始時に測定された値の1.5倍を超えてはいけません。

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は、標準で規定された制限値より最大で60%低いことが確認されています。



ねじ式端子台での電圧降下測定例



定格断面 (mm ²)	電流容量 (A)	定格AWG	電流容量 (A)
0.2	4	24	4
0.5	6	20	8
0.75	9	18	10
1	13.5	-	-
1.5	17.5	16	16
2.5	24	14	22
4	32	12	29
6	41	10	38
10	57	8	50
16	76	6	67
35	125	2	121
50	150	0	162
95	232	0000	217
150	309	00000	309
240	415	500 MCM	415

温度上昇試験

▶ IEC 60947-7-1/-2/UL 1059

端子台の温度上昇は、確実に最低限を保たなければなりません。

従って、接触抵抗はできるだけ低くなければなりません。この試験では、室温で試験電流を加えながら温度上昇を測定します。

IEC 60947-7-1/-2

5つの端子台をレールに水平に取り付け、それぞれに定格断面積をもつ1または2メートルの電線を接続します。端子台に接続電線の電流容量と同じ試験電流を流します。

そして、中央の端子台の温度上昇を測定、記録します。

(P13の図「電圧低下試験」の図を参照)
室温が20℃以下の場合、端子台の最大温度上昇率45Kは許容されます。また、最後に端子台の電圧降下試験を行う必要があります。

UL 1059

この試験におけるプロセスは基本的にIEC試験と同じですが、電線の長さが異なりま

す。3つの端子台を隣接して水平に取り付けます。周囲温度25℃で測定を行い、最大温度上昇率は30K(端子ポイントのできるだけ近い所で測定)が許容されます。フエニックス・コンタクト社の産業用端子台では高品質の接点材料が使用されているため、すべての接続技術において、上記の規格の規定値より低い加熱値になっています。

短時間耐電流試験

▶ IEC 60947-7-1/-2

端子台を実際に使用する現場では、保護装置が過電流を遮断するまで、損傷なしで短絡電流に耐えなければなりません。このような状況は、通常最大で数10分の1秒かかります。

試験の目的上、端子台は固定支持体の上に取り付け、定格断面積の電線に接続します。端子台に1秒間、3回にわけて定格断面積に対し120A/mm²の電流を印加します。

試験後、各部に損傷がなく、以後の使用も保証されなければなりません。

試験の前後、端子台は電圧降下試験に合格しなければなりません。試験前後の電圧降下は1つの端子台で3.2mVを超えてはいけません。または試験前に測定した値の1.5倍を超えてはいけません。

フエニックス・コンタクト社の240mm²の高電流用端子台の場合、28,800Aの試験電流を3回、それぞれ1秒間端子台に流しても品質の低下がないように試験、確認されています。



プラグ式端子台でのテストの様子

絶縁試験

▶ IEC 60947-7-1/-2/UL 1059

この試験は十分な沿面距離があることを証明する電気試験です。

2つの隣接する端子台間の距離と、端子台とDINレール間の距離が十分であることを試験するため、適切な試験電圧を印加します。

定格絶縁電圧 (U_i)

通常使用状態で、恒久的に許容される最大電圧値またはDC電圧値

試験電圧は60秒以上保持しなければなりません。表に示した割当てを基礎として使用します。

IEC 60947-7-1/-2

定格絶縁電圧 U _i V	試験電圧 (rms) V
U _i ≤ 60	1000
60 < U _i ≤ 300	1500
300 < U _i ≤ 690	1890
690 < U _i ≤ 800	2000
800 < U _i ≤ 1000	2200
1000 < U _i ≤ 1500	-

試験中、放電や絶縁破壊が起こってはなりません。沿面電流は100mA未満の状態を維持しなければなりません。

UL 1059

試験電圧=1000V+2×定格絶縁電圧U_i
フエニックス・コンタクト社の定格絶縁電圧800Vの端子台は、通常2,000V以上の絶縁テストに合格しています。

劣化試験

▶ IEC 60947-7-1/-2

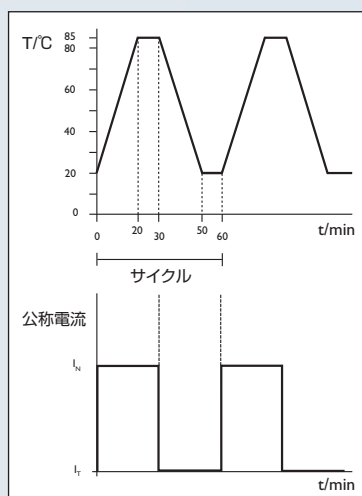
産業用端子台は長期間使用されることが多いため、劣化試験も重要な役割を果たします。

この試験では劣化のシミュレーションを行い、接点部分の品質を証明します。

数年間の使用状況をシミュレーションするため、5つの端子台をレールの上に水平に取り付け、定格断面積の電線を数列接続します。長さが最低300mmの電線を接続し、すべての端子台で電圧降下を測定します。恒温槽を使用し、最低温度を20℃、最高温度を85℃に設定します。加熱中および最高温度で10分間の休止中、定格電流が流れます。その結果、検査対象の最大許容使用温度（最大130℃）に達します。その後クールダウンさせます。このサイクルを24回実施後、電圧降下の値をクールダウンした状態（約20℃）で測定します。さらに同じ試験を繰り返し、上記サイクルを合計192回行います。

電圧降下の値は最初の測定で3.2mVを超えてはいけません。また以降の測定および試験後は、4.8mVまたは最初の24サイクル後に測定された値の1.5倍を超えてはいけません。

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は、過酷な温度条件でも非常に優れた耐久性をもつように製造されており、ハウジング、金属部品ともに十分な安全性を提供します。



時間と電流、温度の関係



ニードル・フレイム試験

▶ IEC 60947-7-1/-2

端子台が燃焼源に直接接触した場合、その真価が問われます。このように燃焼源と炎が結合した場合、例えば沿面経路にそってアーク放電が発生することがあります。しかし、端子台が炎を助長したり加勢したりすることなく、プラスチック自体に消火特性がなければなりません。

この火災試験は、外部燃焼源を使い、外部から直接端子台に作用させてその反応のシミュレーションを行います。

試験では、ボタンガスを送った直火を検査対象の端または表面に45度の角度で10秒間保持します（図を参照）。その後、燃焼源がない状態で検査対象の反応を観察します。

試験は次の場合に合格と判定されます。

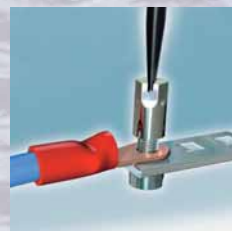
- ・炎を取り除いた後、30秒以内に炎または炎を上げる熱の発生が消えた場合
- ・燃えている物質の滴が落ちて、検査対象の下に置いたトレーシング・ペーパーが発火しない場合

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台はすべて高品質のプラスチック製で、それぞれの樹脂の特性を生かすよう製造されているので、ニードル・フレイム試験にも合格します。

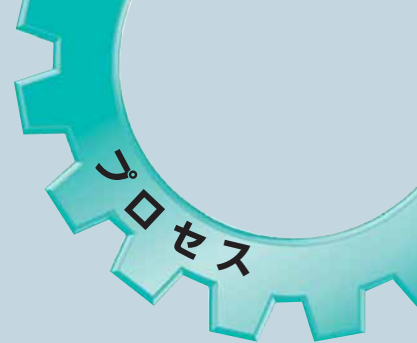




CLIPLINE complete



プロセス・エンジニアリング アプリケーションに基づいた工業試験



プロセス・エンジニアリングにおいて、電気接触部品の品質はシステム全体の信頼性を確保するために重要です。電気システムに与える環境の影響は非常に多様です。特に、加熱、冷却、腐食性媒体について考慮する必要があります。このような工場設備では可燃材料を加工することがよくあります。そのため安全性は常に最優先事項です。これは石油化学産業はもちろん、鉱業や食品産業にも当てはまります。爆発性の粉塵があるため高い危険性があり、使用する電気機器の選定にも細心の注意が必要です。



ATEX 94/9/ECは、ヨーロッパ全土で爆発の危険がある環境での装置と保護システムに関する指令として適用されました。十分な爆発防止を保証するため、この指令では電気部品と装置の新たな要件が定められています。構造上の基準は、端子台の該当する条例のほか、爆発の危険がある環境で使われる装置に対するIEC 60079 (EN 60079) のような特殊規格で構成されます。



防爆規格

- ・ IECEx
- ・ 安全性カテゴリ
- ・ 各種試験

冷却と加熱

- ・ 温度衝撃試験

工業環境

- ・ 腐食試験

試験についての詳細は次ページ以降を参照。 ▶

フェニックス・コンタクト社ではプロセス・エンジニアリング用に、各種規格に適合した接続方式を取り揃えています。高品質の接点と絶縁材料を利用しているため、モジュール端子台は過酷で爆発の危険がある工業アプリケーションに最適です。

世界標準の防爆規格

▶ IEC 60079

世界各国の防爆規格は、主にヨーロッパと米国の規格および指令をベースにしています。北米の防爆規格は、米国の電気法 (NEC) とカナダの電気法 (CEC) に基づいています。2003年7月1日以降、ECのCENEL-EC各国 (欧州電気標準化委員会) や他の地域の装置および保護システムのメーカーにとって、94/9/EC (ATEX 100a) 指令が特に重要になりました。フエニックス・コンタクト社は、1996年には既に新しいEC概念の重要性を理解し、指令に準拠した産業用端子台を生産することを決定しました。これで、実際に爆発の危険があるエリアのゾーン2はもちろん、ゾーン1のエリアにおいても「本質安全防爆」Ex eとしての使用が可能になります。ただし、これは端子台がEx e (安全増防爆) 保護も承認され、少なくともIP54保護と同等の条件を満たした端子ボックスに収納されていることが条件です。

産業用端子台の防爆要件

保護タイプ「d」(スパーク防止防爆構造)、「p」(内圧防爆構造)、「m」「q」「o」(それぞれ封入防爆構造、砂づめ防爆構造、油入防爆構造)においては、端子台に対する特別な要件はありません。安全増防爆構造「e」(IEC/EN 60079-7)の保護方針は一般的に構造的な対策の強化をベースにしています。端子台に関する事項で最も重要なものは次のとおりです。

- ・ 空間距離、沿面距離の導電性経路
- ・ 電線の緩みや接続ポイントが限度を超えて損傷ないように電線を確実に固定し、締め付けられるよう端子台を設計しなければならない。
- ・ 接続力が絶縁部品を介して伝達されてはならない。
- ・ 複数電線接続が可能な端子台では、中間の弾性要素を取り付けなければならない。

これらの要件と各端子台の技術データは独立した試験機関 (DEKRA、PTB、TUVなどの公認機関) で検査され、型式確認証明書が発行された後、認証されます。



IEC/EN Exに準拠した規格認証製品には、その旨の表示が義務付けられています。

以下の試験は型式検査で確認されなければなりません。

- ・ IEC 60947-7-1/-2に準拠した型式試験
- ・ 空間距離と沿面距離の証明および絶縁テスト
- ・ 劣化試験:
 - ・ 温度95°C、湿度95%で14日間保管
 - ・ さらに14日間、絶縁材料のTI値のレベルで乾式加熱
 - ・ その後24時間-65°Cの温度で保管した後電線の引張試験

フエニックス・コンタクト社標準端子台はEx e認定を受けています。これらは製造中にIEC/EN 60079に準拠して、100%定期試験が行われます。試験の1つは絶縁試験です。

Ex i 保護タイプ

保護タイプEx i「本質安全」が求められるアプリケーションでの端子台には、特別な承認は必要ありません。Ex e承認端子台のほか、標準端子台もこの保護タイプの端子台として利用できます。空間距離と沿面距離に対する要求も増加しています。

- ・ 隣接する端子台間の距離
 - ・ 端子台と接地金属部品の距離
- 同時に絶縁体までの距離の強化要件がIEC/EN 60079-11に定められています。



検査証明書は公認機関により試験が行われたことを証明します。

温度衝撃試験

▶ DIN EN 60352 T4

プロセスエンジニアリングでは、加熱および冷却源の近くで温度が急激に変化することがよく起こります。

この試験では、急激な温度変化があった場合でも、接続ポイントの高い接触品質が変わらないことを検証します。

まず5つの端子台を固定支持体の上に取り付け、定格断面積の電線を接続します。検査対象を、2つの恒温槽内で急激な温度変化を加えます。

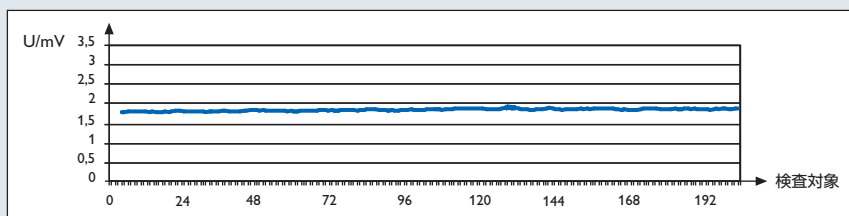
温度は端子台のほぼ上限と下限温度に設定します。これは通常-60℃から+100℃の温度範囲です。

恒温槽での滞留時間はそれぞれ45分間で、通常恒温槽内の温度は数秒間で変化させます。この変化を100サイクル以上行います。試験後、各部に損傷がなく、以後の使用も保証されると確認された場合、本試験の要件を満たします。

さらに端子台を室温まで冷やした後、電圧降下試験に合格しなければなりません。



フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は高品質材料を使用しているため、厳しい温度条件下でも、適切な動作を維持できます。



温度衝撃試験後、200個以上の検査対象で電圧降下試験を実施

腐食試験

▶ DIN 50018

電気接続の金属部品は、特に腐食性媒体の環境下での信頼性が重要です。低い抵抗で強力な接続力を維持し、さらに接触エリアが腐食しないことが必須条件です。

この試験では、復水がある二酸化硫黄を含む環境での腐食試験を実施します。ここではPh 7未満の酸性化合物が生成され、金属面に作用します。

まず2リットルの蒸留水と、1リットルのSO₂ガスを試験室に入れます。試験の最中に、40℃の試験温度で亜硫酸ができます。

試験の8時間後、検査対象を屋外で16時間乾燥します。試験終了後、検査対象を目視点検し、接触抵抗を測定して、この腐食試験が接触ポイントに与えた影響を詳しく調べます。

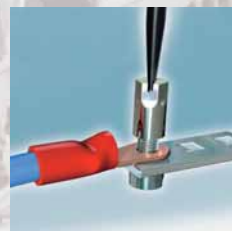
フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は、腐食性のある媒体下でも劣化することがない、高度な「ガスタイト接続」を作りだします。



試験後のねじ式端子台と電線の接触部分



CLIPLINE complete



鉄道／交通アプリケーション に基づいた工業試験



鉄道車両は走行中に常時強い振動を受けます。そのため、電気接続の品質と信頼性には非常に高い基準が必要であり、鉄道車両で使われる端子台は、この要求に適したものでなければなりません。フェニックス・コンタクト社の産業用端子台は、鉄道規格DIN EN 50155に準拠した耐振動性および耐衝撃性についての試験が行われています。

耐衝撃性と耐振動性のほか、使用されるプラスチックの可燃性もたいへん重要な要素です。鉄道車両はできるだけ安全性を高めるため、その一部はビルオートメーションの分野で考案された火災基準に基づいて設計されます。特に火災が広がる速さと、煙の発生、強さおよび毒性が規定されています。

フェニックス・コンタクト社の端子台で使用しているプラスチック材料は、日本の「鉄道車両用材料燃焼試験」に合格しています。

また、国内の鉄道車両部品の振動試験規格JIS E 4031に準拠した試験を実施している端子台もあります。

衝撃および振動試験

- ・振動試験
- ・衝撃試験

有毒ガスの生成

- ・表面可燃性
- ・煙ガスの発生
- ・火炎時の反応
- ・煙ガスの毒性

試験についての詳細は次ページ以降を参照。 ▶

振動試験

▶ DIN EN 61373 — 広帯域増幅性 (DIN EN 50155にほぼ準拠)

鉄道/交通のアプリケーションでは、端子台は常に振動と衝撃にさらされます。それらは特にエンジン、回転機器、車軸付近で発生します。

実際に振動応力をシミュレーションするため、検査対象の耐振動性を周波数および振幅を増減させて試験します。つまり、端子台と接続した電線に、実際の状況に似た加速度が加えられます。

カテゴリ1bの試験では、検査対象を5Hzから150Hzの周波数範囲で調べます。加速度のRMS値は最高 5.72m/s^2 です。検査対象はx、y、z軸それぞれで5時間試験を行います。



振動のほか、試験中に電気接触も監視します。

試験後モジュール端子台は、以後の使用に支障がでるような損傷ができてはいけません。また試験中、 $1\mu\text{s}$ 未満の接触中断は許容されます。

フェニックス・コンタクト社の産業用端子台は、すべてこの高い振動要件を満たしています。

衝撃試験

▶ IEC 60068-2-27 (DIN EN 50155の強度規定による衝撃試験)

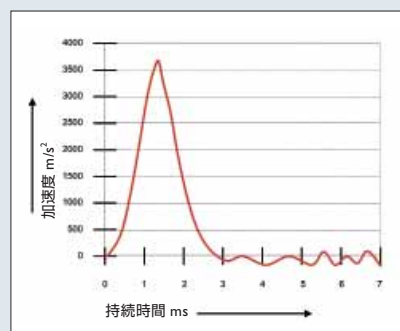
この試験は不規則に発生する衝撃に対する接続部の耐性をさまざまなエネルギー含量で試験し、記録するためのものです。鉄道走行中の負荷のシミュレーションには、DIN EN 50155 (ドイツ鉄道規格) および DIN EN 61373 (欧州の鉄道規格) の基準が使用されます。

衝撃の定義では、加速度と持続時間が指定されています。IEC 60068-2-27 には3本の空間軸 (x、y、z) それぞれで正負3回の衝撃が規定されています。シミュレーショ

ンされる加速度は、30msの衝撃持続で 50m/s^2 に達します。

端子接続部に以後の使用に支障があるような損傷が起きてはいけません。試験中、検査対象の接触状態を監視します。ドイツ鉄道規格が適用される場合、 $1\mu\text{s}$ 未滿の接触中断は許容されます。

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台はこの耐衝撃性に合格し、振動が非常に強いアプリケーションにも適しています。



3ms / 350g 衝撃図

表面可燃性

▶ ASTM E 162

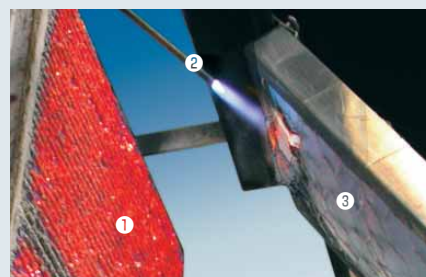
この規格では、熱の影響を受けた延焼の試験を行い評価します。

プラスチックの表面可燃性を評価するため、ASTM E 162に従った「延焼指数」を調べ、所定の試験条件での延焼に関する情報を提供します。

まず検査対象品 ($152 \times 457 \times$ 最大 25.4mm) を30度の角度で熱源 (815°C) で熱し、上端は直火で熱します。15分の試験中、炎の先端が76mm離れた2つの測定ポイントに達するまでの所要時間を調べます。この火炎伝播時間に計算された発熱係数を掛けたものが「延焼指数」です。

米国の鉄道部門では、最大限度値は35です。この試験では、プラスチックの滴下も観察し、評価します。

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台の延焼指数は5で、滴下物も燃焼せず、米運輸省の「連邦鉄道管理局 (FRA)」の最大許容値を大きく下回っています。



- ① ラジエータ
- ② 火炎
- ③ プラスチック検査対象物

煙ガスの発生

▶ ASTM E 662

ASTM E 662規格は、直火や火煙がくすぶっている最中に煙の比光密度 (煙の不透明度) を評価するための規格です。ここでは、燃焼室の容積に対して透過される光の比率を観察します。

検査対象 ($76 \times 76 \times$ 最大 25mm) をNBS (米規格基準局) により規定された煙濃度室 (図を参照) に置きます。そして検査対象を $2.5\text{W}/\text{cm}^2$ の熱で熱します。その後次の状態を20分間シミュレーションします。

- 1. 直火での燃焼
- 2. 直火ではないが、火がくすぶっている状態

上記シミュレーションにおいて、1.5分後と4分後に記録する光学煙濃度には規定された限度値があります。

- a. 光学的な比煙濃度 ($D_{s1.5}$) - 限度値100
- b. 光学的な比煙濃度 (D_{s4}) - 限度値200
- c. 20分間の最大煙濃度 (D_m)

フエニックス・コンタクト社の樹脂端子台に使われるポリアミドは、ASTM E 662に準拠した「米運輸省の連邦鉄道局 (FRA)」の要件をすべて満たしています。



- ① ラジエータ
- ② 火炎
- ③ プラスチック検査対象物



火災時の反応

▶ NF F 16-101

NF F 16-101は2つの指数 (IとF) に基づいたプラスチックの可燃性を規定しています。この規定では次の試験を行います。グローワイヤ試験、酸素指数、煙濃度、煙の不透明度、煙ガスの毒物検査

指数	酸素指数	グローワイヤ
10	70%	960°C、炎の生成なし
11	45%	960°C、炎の生成なし
12	32%	960°C、炎の生成なし
13	28%	850°C、炎の生成なし
14	20%	850°C、速い炎の消火

1. 指数Iの測定 (0~4)

指数Iは次の表を使い、グローワイヤ試験の結果と酸素指数から調べます。ここでは10が最高クラスで、14が最低クラスです。

2. 指数Fの測定 (0~5)

これは煙不透明度値と煙ガスの毒性を基準にしています。次の濃度 (ppm) が臨界とみなされます。

一酸化炭素 (CO) 1,750
 二酸化炭素 (CO₂) 90,000
 塩酸 (HCl) 150
 臭化水素酸 (HBr) 170
 シアン化水素 (HCN) 55
 フッ化水素 (HF) 17
 二酸化硫黄 (SO₂) 260
 試験結果から火災指数を記録し、値に応じてクラスF0~F5に分類します。F0が最高クラスで、F5が最低クラスです。フエニックス・コンタクト社の産業用端子台はI2/F2クラスに分類されます。

煙ガスの毒性

▶ SMP 800 C

SMP 800 Cはプラスチックが燃焼したときの有毒ガスの最大許容値を定めています。BSS 7239 (ポーイング規格) と比べ、この規格は、検査対象を完全燃焼させた結果発生する有毒な煙ガスの、より正確な定性および定量測定方式を定めています。測定用の煙ガスは、ASTM E 662試験のNBS試験室から採取します。この試験でもASTM E 662と同じ時間規定が使用されます。

20分間のデータ記録



SMP 800 Cの有毒煙ガスの限度値 (ppm)
 一酸化炭素 (CO) 3,500
 二酸化炭素 (CO₂) 90,000
 窒素酸化物 (NO_x) 100
 二酸化硫黄 (SO₂) 100
 塩酸 (HCl) 500
 臭化水素酸 (HBr) 100

フッ化水素 (HF) 100
 シアン化水素 (HCN) 100

フエニックス・コンタクト社で使われるポリアミド樹脂は臨界濃度を何度も下回ります。

火災保護

▶ DIN CEN/TS 45545-2

DIN CEN/TS 45545-2規格は欧州の鉄道業界における火災防止規定であり、「プラスチック材料と部品についての火災時の反応に対する要件」を含んでいます。この規格は現在拘束力を持つものではありませんが、2012年より欧州の他の関連鉄道規格を統合し、より厳しい形で規定され、鉄道車両の構造上の基礎規定として使用されます。この規格で規定されるR23およびR24の部位は、フエニックス・コンタクト社の端子台の製品範囲に含まれます。

下記の試験は、プラスチックの規格適合性を判断するために行われます。

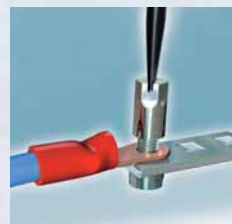
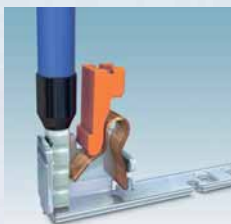
- ・DIN EN ISO 45879-2に規定される酸素について
- ・EN ISO 5659-2 (25 kW/m²) に規定されるガスの発生について
- ・NF X70-100-2 (600°C) に規定される有毒性ガスの発生について

試験結果によって、プラスチックは危険度 (Hazard Levels) : HL1-HL3 にクラス分けされ、そのクラスが鉄道車両に表示されません。この危険度の中で、HL3はもっとも厳しい要求です。

フエニックス・コンタクト社の端子台は、試験片厚最大1.5mmで試験を行うUL 94 V0の可燃性分類の基準を満たすと同時に、欧州鉄道業界の火災防止規定でもっとも厳しいHL3の基準を満たしています。



CLIPLINE complete



船舶アプリケーション に基づいた工業試験

造船業は世界的規模の事業であり、その関連産業も世界中に広がっています。そのため、船舶業界では国際的に高い安全基準が義務付けられています。国際的な船級協会は保険会社と運送会社からの要望に応じ、いわゆるリスク分類を5年毎に発行しています。この分類は安全上最も好ましいレベルを達成することを目指しています。このため、電気設備と装置には、認証および検査済みの機器を使う必要があります。



各船級協会が検査、認証された機器は、船舶の動作安定性を判断する上で重要な要素です。

取扱船級例



フェニックス・コンタクト社の産業用端子台は、各国の主要な船級を取得しています。



主要船級協会

- ・ German Lloyd (GL)
1867年設立 本部ハンブルグ
- ・ Lloyds Register (LR)
1760年設立 本部ロンドン
- ・ Bureau Veritas (BV)
1828年設立 本部パリ
- ・ American Bureau of Shipping (ABS)
1862年設立 本部ヒューストン
- ・ Det Norske Veritas (NV)
1864年設立 本部オスロ
- ・ 日本海事協会 (NK)
1899年設立 本部東京
- ・ Korean Register (KR)
1960年設立 本部テジョン

製品試験

- ・ 塩水噴霧
- ・ 振動試験

材料試験

- ・ 可燃性分類
- ・ ハロゲンを含まない火災保護

試験についての詳細は次ページ以降を参照。 ▶

国際安全規格

世界の船舶業界では、アジア、特に日本、韓国、中国に数え切れないほどの造船ドックがあり、世界市場のリーダーと認識されています。

国際的な船級の中でも、日本海事協会(NK)は極東で急速にその重要度を増しています。またヨーロッパの船級協会では、特殊船市場と安全工学の分野に集中して取り組んでいます。



各船級の承認に必要な試験は主に電気/機械試験 (IEC 60947-7-1/2とUL 1059) と、振動および環境試験に関するものです。

各船級の試験条件は多少重複しています。以下は試験条件の一例です。

- **IEC 60068-2-2**
乾式加熱
55°Cで16時間または70°Cで2時間
- **IEC 60068-2-30**
湿式加熱
55°C、湿度95%で2サイクル×12時間
- **IEC 60068-2-1**
冷却
-25°Cで2時間
- **IEC 60068-2-11**
塩水噴霧試験
1-4の噴霧サイクル後、最高7日間保管
- **IEC 60068-2-6**
振動試験
- **UL 94**
可燃性V0

可燃性分類

▶ UL 94

UL 94は電子工学の分野で特に重要な可燃性試験を規定しています。この規格は、可燃性または火災時の反応が主な内容です。試験内容は、UL 94 HB (Horizontal Burn : 水平燃焼) またはUL 94 V (Vertical Burn: 垂直燃焼) のどちらかに分類されます。試験レベルは、94 V0/1/2のほうが94HBより厳しくなっています。

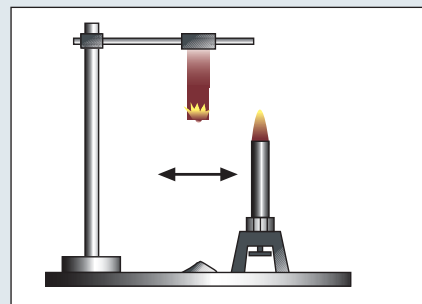
UL 94 V0/1/2

調整時間後、試験材を垂直に固定し、火災処理を数回、それぞれ10秒間ずつ行います。火災処理の合間に、試験材が消火するま

での時間を測定します。その後、再燃焼時間と滴下を評価します。フエニックス・コンタクト社の端子台で使用するプラスチック材料は、例えばV0材料に分類されるより高い基準を満たしています。

分類

	UL 94 V0	UL 94 V1	UL 94 V2
火災処理後の燃焼時間	≤ 10S	≤ 30S	≤ 30S
10回の火災処理後の燃焼時間の合計	≤ 50S	≤ 250S	≤ 250S
2回目の火災処理後の白熱時間	≤ 30S	≤ 60S	≤ 60S
完全燃焼	なし	なし	なし
サンプル下の脱脂綿の燃焼	なし	なし	あり



UL 94に準拠した試験治具

塩水噴霧

▶ IEC 60068-2-11

造船業では特に、工業用機器は腐食環境下で恒久的に機能しなければなりません。機器に使用する金属部品は、大気中の塩分と高い湿度によって影響されます。上記の規格をもとに、海洋気候の影響をシミュレーションすることができます。

腐食環境での金属部品の耐食性は塩水噴霧を使って試験します。

検査対象を試験室に入れ、35℃で96時間、5%の塩化ナトリウム液 (NaCl; pH 6.5 - 7.2) をスプレー装置で噴霧します。試験の

最後に目視検査と電気試験を行い、接触ポイントでこの腐食試験の影響を詳しく調べます。

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は「ガスタイト」接続になっており、接触ポイントは過酷な気候条件下でも腐食に強い構造になっています。



振動試験

▶ IEC 60068-2-6

この試験は、恒久的に振動を受ける端子接続の耐振性をテストします。

検査対象に周波数帯から発生する正弦波振動を加え、回転、脈動または揺動力のシミュレーションが行われます。試験は3本の空間軸 (x, y, z) それぞれで行います。

試験は、5Hz から150Hzの周波数範囲を毎分1オクターブ変化させます。加速のRMS値は最高40m/s²です。検査対象は3本の軸 (x, y, z) それぞれで2時間試験を行います。試験中、電気接触も監視します。

端子台に以後の使用に支障がでるような損傷ができてはいけません。

また試験中、1μs未満の接触中断は許容さ



れます。

フエニックス・コンタクト社のすべての接続システムは、電気接触の中断なしで基準の要件を達成しています。

従って、振動環境下で信頼できる機能が要求される厳しいアプリケーションに最適です。

ハロゲンを含まない火災保護

▶ DIN EN ISO 1043-4

ハロゲンは化学元素、すなわちフッ素、塩素、臭素、ヨウ素の総称です。ハロゲン化合物の1つの特性は、プラスチック使用時の可燃性の低下に関連しています。火災保護試験では、毒ガスの放出とハロゲンとの関係を見ることができます。

CLIPLINE completeシステムの端子台はポリアミド 66 (PA 66) 樹脂を使用しており、UL 94 V0の火災保護分類が認められています。

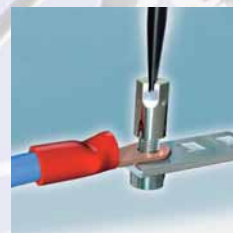
これは、ハロゲンを含む火災保護剤の代わりにシヤヌル酸メラミンが使われているためです。

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は、すべてハロゲンを含んでいません。

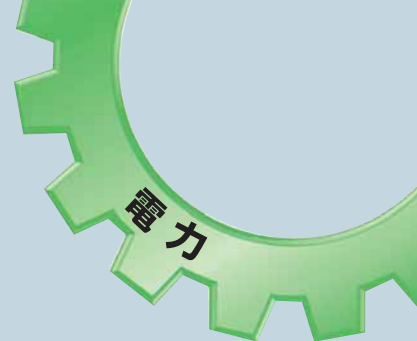




CLIPLINE complete



電力アプリケーション に基づいた工業試験

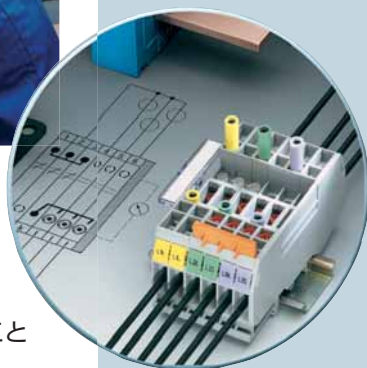


フェニックス・コンタクト社の産業用端子台は、電力業界において何十年にもわたる実績をもっています。優れた電気および機械特性が電力アプリケーションに適しているためです。この分野では端子台の使用環境への耐性と、使用される材料の長期間の安定性が非常に重要です。フェニックス・コンタクト社の品質は電力業界でも実証済みです。高品位材料の使用が長期間の信頼性を保証します。



フェニックス・コンタクト社のスイッチ機能付き端子台:

- ・さまざまなスイッチ操作とテスト作業が簡単で安全にできます。
- ・テスト、保守作業中、変流器を確実に短絡することができます。
- ・BGV A2に準拠したタッチプルーフ（感電防止構造）です。



製品試験

- ・環境試験方法
- ・グローワイヤ試験

感電防止

- ・指と手の甲の安全性

材料試験

- ・絶縁材料特性
- ・沿面経路の生成 (CTI)
- ・プラスチックの発熱量

試験についての詳細は次ページ以降を参照。 ▶

コモン/標準モード用端子台
— 変流器の二次回路用

絶縁材料特性

▶ IEC 60216-1 / UL 746 B

この試験では、端子台の負荷の増加を長時間シミュレーションします。

一定の高温時でのプラスチックの反応を、引張強度と絶縁特性について記録します。

IEC 60216とUL 746 Bには、熱負荷を加えたプラスチックの寿命を推定できる温度指数が示されています。

これら2つの特性の固有値は次のように示されています。

- ・機械的にはTI値としてIEC 60216に準拠
- ・電気的にはRTI値としてUL746 Bに準拠

IEC 60216 — TI値

引張強度を5,000時間測定し、その結果から20,000時間の強度を推定します。推定20,000時間後、引張強度が半分に減った温度を記録します。

UL 746 B — RTI値

RTI (電気特性) は、ある試験条件下で、破壊的な電荷が発生する前の最高動作温度を示します。

	UL 94 V2	UL 94 V0
TI	105°C	125°C
RTI	125°C	130°C

フエニックス・コンタクト社では、高温での使用には例えばセラミック製の端子台を提供できます。

環境試験方法

▶ IEC 60068-2-42/43

端子台の機械および電気システムの寿命は、使用される金属部品と絶縁材質に直接左右されます。電気接続に与える環境の影響を評価するため、端子台でさまざまな環境シミュレーション試験を行います。これらの試験には電線接続、断路スイッチ部、テスト用アクセサリ接続部も含まれます。

この試験では、接触抵抗、電線の確実な取り付け、試験後の接触ポイントの目視検査が評価基準となります。

- ・温度25°C、湿度75%のSO₂工業環境に10日間保管
- ・温度25°C、湿度75%のH₂S工業環境に4日間保管

試験終了後、接触抵抗値が開始値の1.5倍を超えてはいけません。端子台の機能は無条件に保証されなければなりません。

フエニックス・コンタクト社の高品質の産業用端子台は、耐食性のある高品位銅合金を使用しています。

感電防止

▶ IEC 60529 / DIN EN 50274

電気設備や工場では、保守、点検、試験作業などを行う作業員・技術者に高い安全性を提供しなければなりません。

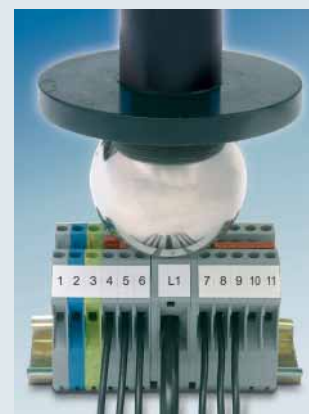
BGV A2ではIEC 60529の規定に基づき、最高1,000V ACと1,500V DCの低電圧現場での危険をもたらす部品近辺での作業、操作および都度の取扱いについて、安全な距離を規定しています。接触安全性では、手の甲と指の安全性は区別されます。

導電部品に触れる段階を、試験用フィンガーと試験用ボールを使って試験します。導電部品に試験装置が触れることがあってはいけません。

フエニックス・コンタクト社の産業用端子台は、IEC 60529 / DIN EN 50274に準拠して設計されています。



試験用フィンガーφ12.5 mm

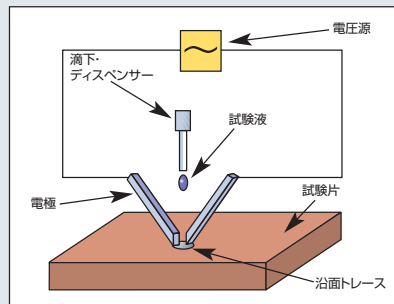


試験用ボールφ50 mm

沿面経路の生成 (CTI)

▶ DIN EN 60112

湿度と汚れにより、プラスチック表面に導電性の経路が生成されやすくなります。沿面の導電性経路の生成は、電解作用による電圧差に応じた隣接する電位間の導電接続の発生と理解されています。プラスチックのCTI値はこの沿面経路の生成をどの程度抑えることができるかを示すものです。2つの白金電極を試験片 (20mm×20mm×3mm) の上に4mm間隔でセットします。この2つの電極に標準で定められた試験電圧を印加、その後装置から30秒毎に試験液を滴下します。



試験では、0.5Aを超える短絡電流なしで、試験液を50回滴下したときの最大電圧値を評価します。フェニックス・コンタクト社で使用しているプラスチックはCTI値600の最高試験電圧カテゴリに分類されます。

グローワイヤ試験

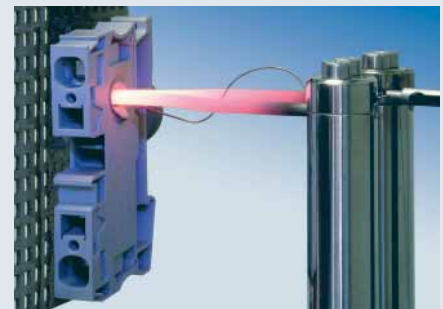
▶ IEC 60695-2-11

過負荷の場合、端子台の導電金属部品または接続された電線が過熱することがあります。この熱もプラスチック・ハウジングに影響を与えます。電気部品のこのような危険の原因をシミュレーションするため、グローワイヤ試験ではグローワイヤ (赤熱線) を一定温度 (550℃、650℃、750℃、850℃または960℃) まで加熱し、検査対象のハウジングの最も薄い部分に直角1Nの力で押し当てます (図を参照)。

試験は次の場合に合格と判定されます。

- ・試験中に炎や赤熱状態が起らなかった場合。
- ・赤熱線を取り除いた後、30秒以内に炎または赤熱状態が消火した場合。
- ・燃えている物質が落ちてても、赤熱線の下に置いたトレーシング・ペーパーが発火しない場合。

フェニックス・コンタクト社がハウジング材料として使用しているポリアミドは、すべて960℃ (最高レベル) でグローワイヤ試験の最高要件を満たしています。



プラスチックの発熱量

▶ DIN 51900-2/ ASTM E 1354

一般に大火災の経験から、工場設備は火災発生時の熱放散量を基準に分類されるようになりつつあります。これは火災現場において、熱の発生を制限するためのものです。

火災負荷

火災負荷とは、燃焼中に特定エリアに放出されるエネルギー量と理解されています。火災負荷の値は普通、MJ/m²で表されます。発熱量が高く、物質が多いほど燃焼中に放出されるエネルギー量は多くなります。

ポリアミドの発熱量は比較的高いため、端子台の発熱量もまた、しだいに火災負荷の測定に含まれるようになってきています。フェニックス・コンタクト社で使われるプラスチックの発熱量は次の規格に準拠しています。

DIN 51900-2:

ポリアミド 6.6 V2 約30 MJ/kg
ポリアミド 6.6 V0..... 約32 MJ/kg

ASTM E 1354

ポリアミド 6.6 V2..... 約22 MJ/kg
ポリアミド 6.6 V0..... 約24 MJ/kg

参考:

加熱用オイル..... 約44 MJ/kg

個々のコンポーネントの火災負荷を計算するには、各ポリアミドの発熱量に部品の重量を掛ける必要があります。

仕様などの記載内容は、予告なく変更することがあります。あらかじめご了承ください。

フェニックス・コンタクト株式会社

本 社 〒222-0033 横浜市港北区新横浜1-7-9
友泉新横浜一丁目ビル6階

東京支店 03-6712-3088 さいたま支店 048-631-3371
東北支店 022-226-8890 北陸支店 076-210-4360
静岡支店 054-202-6324 名古屋支店 052-589-3810
大阪支店 06-6350-2722 京都支店 075-325-5990
広島支店 082-568-1664 福岡支店 092-418-2030

www.phoenixcontact.co.jp

