

導電性バネ用銅めっきピアノ線

# MAC WIRE CP

---

「マックワイヤーCP」は時代の要求に応じて長年の経験と技術を生かし、主に導電性を必要とするバネ材料として開発された素地鋼に対する優れた防食性及び優れたコイルリング性とバネ特性を有する精密バネ用高強度銅めっきピアノ線です。

**丸菱金属工業株式会社**

**[www.mac-wire.com](http://www.mac-wire.com)**

## 特 徴

---

- 電気めっき方法で銅めっきをしたバネ用ピアノ線です。この状態でバネ成型加工、低温熱処理が可能です。
- 導電性を目的に開発された銅めっきピアノ線であり、銅線に比較して13~15%導電率を基準として銅めっき厚さを設定しています。バネ用のリン青銅線と同等レベルです。
- 酸化により銅めっき表面が変色しても導電性の劣化はありません。
- 銅めっき特有の非常に優れたコイルリング性を有し、ハンダ付け性能にも優れています。
- 銅めっき表面が酸化により変色しても素地鋼に対する防食性は塩水噴霧試験96時間に十分に耐え得る高防食性の銅めっきピアノ線です。
- 当社の銅めっきピアノ線で加工したバネの耐久力、疲労強度はピアノ線と同等です。バネ特性においてはリン青銅線、ベリリウム銅線よりはるかに優れているため、それらより代替することによりバネの軽薄短小化を可能にしコストダウンが可能なVA提案材料です。
- バネ成型後に銅めっき不要のため、後めっき時に懸念されるバネの絡み、スパークキズ、水素脆性、めっき付きまわりの不均一、バネ密着部分のめっき不良等の煩わしさを解消することが出来ます。
- 電子部品用バネ等にAu、Ag、Niなどを最終仕上めっきをする場合に、めっき下地として銅めっきが有効に機能してそれらのめっきの品質を高めます。したがって当社の銅めっきピアノ線は導電性と最終仕上めっきの下地としての両方の機能を兼備えたバネ用ピアノ線です。

## バネ用りん青銅線との比較

項目	マックワイヤーCP	りん青銅線
① 線の強度(抗張力)	◎	△
② バネ特性(弾性係数)	◎	△
③ 加工性(コイルング性)	◎	△
④ 導電率	○	○
⑤ ハンダ付け性	◎	◎
⑥ 変色の度合い	△	△
⑦ 非磁性	×	○
⑧ 後めっきの下地としての性能	◎	○
⑨ 価格の安定性(非相場変動性)	◎	×
⑩ 価格競争力 ( )	○	○

◎:優れる ○:良い、同等 △:やや劣る ×:劣る

※マックワイヤーCPで加工したバネの耐久力、疲労強度はピアノ線と同等です。りん青銅線、ベリリウム銅線に比べて強度及びバネ特性においてはるかに優れているため、それらから代替することによりバネの軽薄短小を可能にしコストダウン可能なVA提案材料です。

## 現在の主な用途

精密バネ用	スプリングプローブ、プローブピン、コンタクトプローブなど
バッテリー用	電池接点バネ(健康機器、カメラ、携帯電話など)
電動機モーター用	電気自動車、電動工具など各種モーターのブラシ用導電性バネ
電子部品用	コネクタピンなど
光通信用	光コネクタ(フェルール内面研磨用ピアノ線)など 光ケーブルの導電性サポートワイヤ
無線通信用	自動車各種アンテナ、携帯電話アンテナ
医療機器用	医療用カテーテル、医療用カテーテルチューブ芯線 AED用リード線、内視鏡導電性コントロールワイヤなど
ソーワイヤ	ソーワイヤ 遊離砥粒ソーワイヤ ダイヤモンド砥粒固定ソーワイヤの芯線
電極線	放電加工機用電極線

## 各種バネ線の弾性係数の比較

	横弾性係数 N/mm <sup>2</sup> ( kgf/mm <sup>2</sup> )	縦弾性係数 N/mm <sup>2</sup> ( kgf/mm <sup>2</sup> )
マックワイヤーCP	78000 (8000)	206000 (21000)
硬 鋼 線	78000 (8000)	206000 (21000)
ピ ア ノ 線	78000 (8000)	206000 (21000)
オイルテンパー線	78000 (8000)	206000 (21000)
ステンレス鋼線	69000 (7000)	186000 (19000)
黄 銅 線	39000 (4000)	98000 (10000)
洋 白 線	39000 (4000)	108000 (11000)
バネ用リン青銅線	39000 (4000)	98000 (10000)
ベリリウム銅線	44000 (4500)	127000 (13000)
チタン合金線	34000~39000 (3500~4000)	88000~108000 (9000~11000)

## 各種金属の導電率の比較

無酸素銅の導電率を100%として各種金属との比較

	導電率 (%)
銀 線	110%
無酸素銅線	100%
金 線	80%
アルミ線	60%
ベリリウム銅線	27%
黄 銅 線	25%
マックワイヤーCP	13~15%
バネ用リン青銅線	12%
ピ ア ノ 線	9.5%
ステンレス線(SUS304)	2%

# MAC WIRE CP 規格表

銅めっきピアノ線 (CP-15 相当品)

標準仕様							
線径 (Dia. mm)	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )			線径公差 (mm)	偏径差 (mm)	銅めっき膜厚 (μ)	導電率 (%)
	CP-SWPA	CP-SWPB	CP-SWPH				
0.030	3090~3480	3480~3820	4100~4500	+0, -0.002	0.001 以下	0.3 以上	13 以上
0.035	2990~3280	3280~3580	3900~4300				
0.040	2990~3280	3280~3580	3900~4300				
0.045	2940~3230	3230~3530	3800~4200				
0.050	2940~3230	3230~3530	3800~4200				
0.055	2940~3230	3230~3530	3800~4200				
0.060	2940~3230	3230~3530	3800~4200				
0.065	2940~3230	3230~3530	3800~4200				
0.070	2940~3230	3230~3530	3800~4200				
0.075	2890~3190	3190~3480	3750~4150				
0.08	2890~3190	3190~3480	3750~4150				
0.09	2840~3140	3140~3430	3600~4000				
0.10	2790~3090	3090~3380	3550~3950				
0.11	2750~3040	3040~3330	3500~3850				
0.12	2750~3040	3040~3330	3500~3850				
0.13	2700~2990	2990~3290	3450~3750				
0.14	2700~2990	2990~3290	3450~3750				
0.15	2650~2940	2940~3240	3400~3700				
0.16	2650~2940	2940~3240	3400~3700				
0.17	2600~2890	2890~3190	3300~3500				
0.18	2600~2890	2890~3190	3300~3500				
0.19	2600~2840	2840~3090	3200~3500				
0.20	2600~2840	2840~3090					
0.23	2550~2790	2790~3040					
0.25	2500~2750	2750~2990					
0.26	2500~2750	2750~2990					
0.29	2450~2700	2700~2940					
0.30	2400~2650	2650~2890					
0.32	2400~2650	2650~2890					
0.35	2400~2650	2650~2890					
0.38	2350~2600	2600~2840					
0.40	2350~2600	2600~2840					
0.45	2300~2550	2550~2790					
0.50	2300~2550	2550~2790					
0.55	2260~2500	2500~2750					
0.60	2210~2450	2450~2700					
0.65	2210~2450	2450~2700					
0.70	2160~2400	2400~2650					
0.75	2110~2350	2350~2600					
0.80	2110~2350	2350~2600					

# MAC WIRE CP 荷姿表

銅めっきピアノ線 (CP-15 相当品)

標準仕様					
線径 (Dia. mm)	コイル		線径 (Dia. mm)	リール	
	コイル径	単重		リール型番	単重
0.03			0.03	PL-5G	0.5 kgs
0.04			DP-5K	2.0 kgs	
0.05			12.5KSP	2~5 kgs	
0.06			DP-5K or 12.5KSP	2.0 kgs or 5.0 kgs	
0.07					
0.08					
0.09					
0.10			DP-15K or 12.5KSP	6.0 kgs or 10.0 kgs	
0.11					
0.12					
0.13					
0.14			12.5KSP	12.5 kgs	
0.15					
0.16					
0.17					
0.18					
0.19					
0.20					
0.23					
0.25					
0.26					
0.29	8 inch	14.0 kgs	0.30	DP-25	20.0 kgs
0.32					
0.35					
0.38	10 inch	25.0 kgs	0.38	DP-25	20.0 kgs
0.40					
0.45					
0.50					
0.55	10 inch or 12 inch	25.0 kgs or 35.0 kgs	0.55	or TSF-440	or 50.0 kgs
0.60					
0.65					
0.70					
0.75					
0.80					

リールの形状及び寸法 : <http://www.mac-wire.com/products/data/reel.html>

# マックワイヤーCPに関する資料

## 1. マックワイヤーCPの種類

- (1) 導電性 バネ用銅めっきピアノ線 (ピアノ線A種・B種・H種)
- (2) 真直線 導電性高強度銅めっき真直ピアノ線
- (3) 抗菌性 を加味した銀めっき+銅めっきピアノ線 (主に医療機器用)
- (4) 放電特性 を加味した亜鉛めっき+銅めっきピアノ線 (放電加工機用電極線)
- (5) 切れ味 重視のソーワイヤ並びにダイヤモンド砥粒固定ソーワイヤの芯線

## 2. マックワイヤーCPの仕様・荷姿

- ・線径域 :  $\phi 0.03 \sim \phi 0.80\text{mm}$
- ・リール巻き :  $\phi 0.03 \sim \phi 0.80\text{mm}$
- コイル(束) :  $\phi 0.30 \sim \phi 0.80\text{mm}$
- ・使用素材 : 高炭素鋼ピアノ線材 JIS G3502 SWRS82A-K (神戸製鋼所製)  
高炭素鋼ピアノ線材 JIS G3502 SWRS82A-S (神戸製鋼所製)

## 3. コイリング性について

- ・当社の銅めっきピアノ線の表面は銅めっき特有の優れた潤滑性を有し、また銅めっきの溶融温度も高いためにバネ成形機ツールでの摩擦熱による銅めっきの焼付けの心配もなく、バネ成形加工時のコイリング性能は非常に優れ安定しています。

## 4. 導電性について

- ・導電性を目的に開発されたバネ用ピアノ線であり、13~15%導電率を基準に銅めっき厚さを規定しています。導電性はバネ用燐青銅線(錫(Sn)7~9%合金)と同程度であり一般に言われているCP15相当品です。
- ・当社の銅めっきピアノ線の導電性および導電率はめっき表面の変色、酸化被膜、銅錆により影響を受けることはありません。導電率は銅めっき厚さにより決まります。
- ・バネ成形加工時のカジリによる銅めっき厚さの減少は部分的な導電性の低下に繋がりますので注意を要します。銅めっきだからカジリ易いと言った現象は全く見受けられません。

## 5. 導電性バネの接触抵抗について

- 一般に導電を目的としたバネについては接触抵抗の安定性が重視されるためバネ表面の酸化被膜の有無及び汚れなどには注意を必要とします。
- ピアノ線はバネ成形加工後にバネ特性を付加する目的で280℃前後の低温熱処理を行います。それによりバネ表面には酸化被膜が生じるので接触抵抗を安定させるために酸化被膜除去(めっき前処理)後に金めっきやニッケルめっきをして表面酸化被膜の無いバネを作るのが一般的なプロセスです。
- 当社の銅めっきピアノ線は銅めっき線の状態でバネ成形加工した後、大気中で低温熱処理されるために銅めっき表面に酸化被膜が生じます。上記と同じプロセスで金めっきやニッケルめっきをすることでさらに導電性の良い酸化被膜の無いバネの作成は可能です。しかし真空炉または無酸化還元ガス雰囲気炉による熱処理方法を採用すれば酸化被膜は生じません。したがって仕上げの金めっきやニッケルめっき処理工程を省略することができコストダウンに貢献できるものと思われま
- 真空炉による熱処理の場合には酸化被膜は生成しませんがバネ表面の油などの汚れやすでに変色している部分はそのまま残ります。
- 無酸化還元ガス雰囲気炉(N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> ガス)による熱処理の場合には酸化被膜の不生成のみならず還元性ガス(H<sub>2</sub>)によりバネ表面の油などの汚れやすでに変色している部分が還元除去されバネ表面は光輝となります。また大気中の酸素により銅めっきの変色しやすいといった不安についてもバネ表面は不活性ガスである窒素(N<sub>2</sub>)の極薄い被膜によりコーティングされているため通常使用状態では変色の心配は無いものといえます。この窒素の被膜はバネの接触抵抗及び導電性に関しても影響のない事はすで実証されています。
- 当社では小型の無酸化還元ガス雰囲気炉を所有し客先からの試作的な熱処理テストに対応しています。ご遠慮なくお申し付け頂ければ幸いです。

## 6. 仕上げめっきの下地としての特徴

最後の仕上げめっきとして金めっき、銀めっき、ニッケルめっきをする場合にはめっきの品質を確実にするためにその下地めっきとして銅めっきなどを行うのが通常です。当社の銅めっきピアノ線は導電性と下地めっきとしての両方の機能を兼ね備えたバネ用ピアノ線です。

## 7. ハンダ付け性について

- レジンフラックス、活性化フラックス共にハンダ付け性は良好です。また熱処理による表面の酸化被膜の有無に関わらずハンダ付け性に大きな影響は見受けられません。

- ・ 熱処理前の線表面の清浄度が良い程ハンダ付け性は良好です。
- ・ 銅めっき表面の酸化被膜がなければさらにハンダ付け性は良くなります。(熱処理を真空炉または無酸素雰囲気で行うと酸化被膜が生じません。)

## 8. 変色および防食性について

- ・ 中間材料への銅めっき時に8ミクロン以上のめっき厚さに設定しているためピンホールのない銅めっき被膜と言えます。大気中やバネ成形後の低温熱処理時に銅めっき表面が酸化し変色しても銅の酸化被膜は不動態化しているためそれ以上に腐食が進むことはありません。したがって素地鋼に対する防食性は塩水噴霧試験96時間に充分に耐え得る高防食性のめっき鋼線です。亜鉛めっきのクロメート処理などに代表される高防食性めっきの代替品としても最適です。
- ・ 低温熱処理により形成されるテンパーカラー(酸化被膜)はその後の変色をガードする性質を有します。そのため熱処理後の変色の度合いは熱処理前と比べて小さくなります。
- ・ 一般に2ミクロン以上の銅めっき厚さがあれば素材鋼の赤錆が発生する心配はないと言えます。しかしバネ成形加工時のカジリ等による銅めっき層に対するキズの深さの程度によっては素材鋼の赤錆が発生することがあります。
- ・ 当社の銅めっきピアノ線は鋼線の切断面に対する防食性はありません。

以上の詳細は当社WEBサイトを参照して下さい。

「電気めっき被膜の腐食と防食について」

<http://www.mac-wire.com/products/data/mekki.html>

「塩水噴霧試験データ」

[http://www.mac-wire.com/products/data/fushoku\\_test.html](http://www.mac-wire.com/products/data/fushoku_test.html)

## 9. 保管上の注意事項

銅めっきの表面は空気中に放置するだけでも表面が酸化され徐々に変色します。商品には防錆紙を巻いた上で出荷していますがユーザー様におかれましても保管の際には十分な気配りをお願い致します。また使い残した銅めっきピアノ線の保管については乾燥剤や気化性変色防止剤等と共にビニール袋に入れ密封して保管されることをお勧め致します。

## 10. 低温熱処理温度と機械的性質との関係について

当社の銅めっきピアノ線は熱処理による機械的性質についても一般的なピアノ線と同様に考えて頂いて結構です。

## 11. 熱処理による表面酸化 (テンパーカラー) について

- 当社の銅めっきピアノ線の熱処理条件については特に制約はありません。バネの用途、目的により適切な温度域および時間での処理をお勧め致します。

熱処理温度	熱処理時間	テンパーカラー	光沢
100℃	20分	テンパー前と変化なし	光沢あり
150℃	20分	濃い赤紫色になる	光沢あり
190℃	20分	赤色が抜けて白い金属色	光沢あり
230℃	20分	赤黒い	光沢あり
250℃	20分	赤黒い	光沢なし
300℃	20分	濃い赤黒い	光沢なし
300℃(※)	20分	テンパー前と変化なし	光沢あり

※ バネ成型後の低温熱処理を無酸素雰囲気で行うと酸化被膜が生じません。したがって熱処理前の色調、光沢をそのままに維持することが出来ます。この場合には真空炉または無酸素ガス雰囲気 (N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> ガス) 炉で熱処理をする必要があります。(真空炉資料を参照)

- バネ成形加工時の切断面およびカジリによる素地鋼の露出部分は低温熱処理により黒っぽくなる場合があります。それは素地鋼のテンパーカラーですので上記の表には該当致しません。

## 12. 真直線について

当社は独自開発の真直線製法により導電性の高強度な真直性銅めっきピアノ線を供給しています。現状ではφ0.10mm以下のサイズに限ります。

## 13. 抗菌性の銅めっきピアノ線について

- 銀イオンによる抗菌の有効性が一般に認知されると共に医療関係に使用される金属の表面には銀めっき仕様と規定される傾向が最近特に多くなっているのが現状です。当社は銅めっきピアノ線の表面に銀めっきを施した主に医療機器向けのめっきピアノ線も供給しています。抗菌性と導電性を兼ね備えた高強度のピアノ線です。
- 現状の主な用途として医療用カテーテル、医療用カテーテルチューブ芯線、AED用リードワイヤ、内視鏡用導電性コントロールワイヤなどがあります。

## 14. 放電加工機用電極線について

当社は導電性銅めっきピアノ線の表面に放電特性に優れた亜鉛めっきを施すことで高強度な細径、極細径の放電加工機用電極線を供給しています。真直性についても自動結線に対応しています。

## 15. ソーワイヤについて

- ・ LSI(大規模集積回路)、ソーラーセルの製造に欠かせないのがソーワイヤと呼ばれるワイヤです。ソーワイヤはLSI、ソーラーセルの基盤となるシリコン、ガリウム砒素やLED用のサファイアそして石英、水晶などの結晶体およびセラミック、ガラス、磁石、ジルコニア、フェライトなどの硬くて脆い材料のスライス切断、精密切断に広く使用されています。
- ・ ソーワイヤには現在主流の遊離砥粒用と次世代用として期待されるダイヤモンド砥粒をワイヤ表面にコーティングした固定砥粒用の2種類があります。当社の銅めっきピアノ線は固定砥粒用のコアワイヤ(芯線)として砥粒との密着性を重視して開発された銅めっきピアノ線です。
- ・ ダイヤモンド砥粒をワイヤ表面にコーティングする方法として一般的に以下の3種類があります。
  - ① ニッケルめっきによるダイヤモンド砥粒の固定
  - ② レジン(合成樹脂)によるダイヤモンド砥粒の固定
  - ③ ロー付けによるダイヤモンド砥粒の固定

当社の銅めっきピアノ線は上記のいずれの方法にもダイヤモンド砥粒との密着性において高い評価を得ています。

## 16. 環境対策について

近年、材料や部品における環境への配慮に関心が高まっております。当社はRoHSやREACH規制で指定される環境有害物質をめっき処理工程や鋼線製造工程で使用しておらず当社商品に含有する恐れはありません。また当社はスイスに本部をおく世界最大級の検査機関であるSGS社より、当社の商品に環境有害物質が含有していない調査証明書<sup>(※)</sup>の発行を受けています。

(※) 調査証明書(SGSレポート)はRoHS規制についてのものです。

以上の詳細は当社WEBサイトを参照して下さい。

「環境対策」

<http://www.mac-wire.com/quality.html>

## 真空熱処理炉

### VACUUM TEMPERING FURNACE



用 途： ベリリウム、ステンレス部品の低温熱処理炉

特 徴： 1. 本体部、冷却装置部、真空装置部、コントロール部で構成  
2. 炉内の均一な温度管理、省エネ設計  
3. 真空度への早い到達および維持  
4. 処理量、処理条件、温度条件による注文制作

標準仕様： 1. 仕様温度： 150℃～450℃  
2. 電気容量： 220/380V x  $\Phi$ 3 x 10Kw  
3. 本体規格： W930 x H1600 x L750  
4. チャンバー内部： W300 x H350 x L400  
5. コントロール方式： S.C.R.P.I.D ON-OFFコントロール方式