

銅テルミット溶接ボンドの紹介

Introduction to Copper Exothermic Welding Bonds

古河パワーコンポーネンツ(株)

1. はじめに

近年、鉄道の安定輸送対策として信号保安装置の強化が図られてきました。使用される信号保安装置は、軌道回路と呼ばれる信号システムです。この軌道回路は、レールを導体として用いた電気回路で、列車の車軸によってレール間を短絡するため列車の有無を検知する役目を果たしています。

軌道回路を構成する機器でレールに直接接続する電気導体をボンドと呼びます。従来のボンドは、主にろう付でレールに接続されていましたが、列車通行時のレールに発生する衝撃及び振動により、レールとの接続箇所がしばしば脱落し、軌道回路の故障を招き、安定輸送を妨げる要因の1つとなっていました。このボンド脱落の対策として、機械強度が優れ施工品質の安定した銅テルミット溶接ボンドが見直され、現在、国内の主要鉄道会社に多数採用され、その効果が認められています。本稿ではこの銅テルミット溶接ボンド製品の概要を紹介いたします。

2. 軌道回路用ボンド

最初に、軌道回路用ボンドの種類と使用環境について説明します。

2.1 ボンドの種類

鉄道用のレールは列車を走らすための「路」だけではなく、電線と同じように各種の電流を流す役目があります。レールを流れる電流は、電車モータの帰線電流と、列車の運行制御(位置検知や速度制御)を行なうための信号電流の2つがあります。前者の帰線電流用途のボンドをレールボンドと呼び、後者の信号電流用途を信号ボンドと呼びます。レールボンドは、レールとレールの間を電氣的に接続し、帰線電流を円滑に流すものです。図1にレールボンドの取付例を示します。



図1 レールボンドの取付例
Rail bond installed on the rail.

一方、信号ボンドは、レールに流れている信号電流をレールから分岐させ、制御機器のリード線に接続します。

図2に信号ボンドの取付例を示します。



図2 信号ボンドの取付例
Signal bond installed on the rail.

2.2 ボンドの使用環境

ボンドは鉄道レールに接続しているため、列車通行時のレール振動がボンド接続部に直接加わります。この振動加速度は300 Gを超えるケースもあり、断続的ながら長期にわたりボンド接続部に加わります。この使用環境は、電気導体機器としては非常に苛酷であると言えます。

3. 銅テルミット溶接ボンド

次に、当社の銅テルミット溶接ボンド製品の概要を紹介いたします。

3.1 製品

3.1.1 銅テルミット剤

銅テルミット剤はセラミック容器の中に酸化銅とアルミニウム粉末が封入されています。図3に銅テルミット剤の製品外観を示します。



図3 銅テルミット剤
Exothermic welding powder.

3.1.2 レールボンド類

レールボンド類は用途・電流容量などにより導体サイズ、形状が異なります。図4にレールボンド類の製品外観を示します。

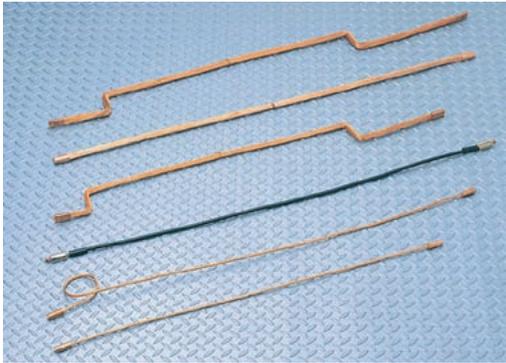


図4 レールボンド類
Several kinds of rail bonds.

3.1.3 モールドクランプ

モールドクランプは銅テルミット剤を燃焼させるルツボとそれをレールに固定するクランプで構成されています。

図5にモールドクランプの製品外観を示します。



図5 モールドクランプ
Mold and clamp.

3.2 銅テルミット溶接の原理

銅テルミット溶接は、熱化学反応(テルミット反応)を応用した溶接方法です。酸化銅とアルミニウムの粉末(銅テルミット剤)をルツボ内で燃焼させ、燃焼によって生じた熱を利用し、ボンドをレールに溶接する方法です。図6に銅テルミット溶接のプロセスを示します。

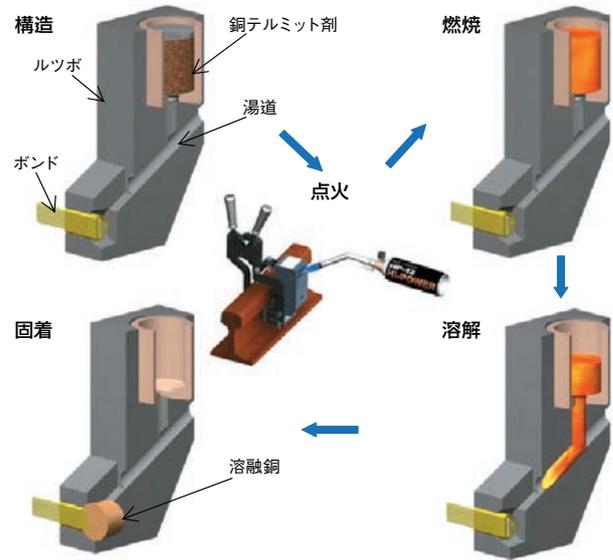


図6 銅テルミット溶接のプロセス
Exothermic welding process.

3.3 溶接手順

図7に銅テルミット溶接の手順の概略を示します。



図7 溶接手順
Operating procedures of welding.

3.4 特長

- 1) 前項の溶接手順に示すとおりレールへの溶接は熟練を必要とせず、作業が簡単に行えます。
- 2) 熱化学反応(テルミット反応)で生成された溶融銅は2,000℃前後の高温になります。この高温によりボンド端子部とレール母材は溶け合い、確実に接続されるので、ボンド接続部は機械的強度が高く列車通行時の衝撃・振動に対し耐久性があります。

反面、ボンド接続部のレール母材は溶接熱で急熱・急冷され、この箇所に引張残留応力が発生します。この引張残留応力によ

り、レールの疲労強度が低下する欠点があります。

3.5 当社独自のレール疲労強度の改善方法

銅テルミット溶接（高温溶接）は溶接強度が高いという利点がありますが、熱影響によりレールの疲労強度が低下する欠点を持っています。過去に、銅テルミット溶接が鉄道レール用途に普及しなかった理由は、これが要因であると言われています。

当社は、レール疲労強度低下を抑える方法を開発し、鉄道レール用に銅テルミット溶接法の採用を拡大することができました。この方法は、レールに溶接したボンド部外側に凹状の窪みを設け、レール溶接部に発生した引張残留応力を除去し、疲労強度を高める方法です。凹状の窪みは、打撃や押圧により行い、**図8**に示す例は、通称「ピーニング」と呼ばれ、標準的に行われている方法です。

この「ピーニング」工法により、銅テルミット溶接ボンドの採用が拡大し、現在の普及に繋がっています。

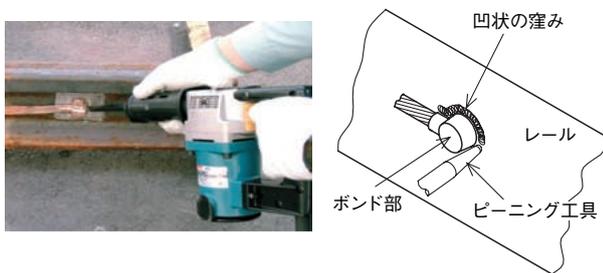


図8 ピーニング方法
Peening method.

5. おわりに

銅テルミット溶接ボンドは、軌道回路の強化対策として一定の評価を得てきたが、まだ発展途上の製品です。一般に線路内での施工は夜間に行なわれる場合が多いので、使用する工具類は低騒音、無電源及び軽量なものが望まれています。今後は溶接工具類の改善に力を注ぎ、お客様のご要望に応じていきます。

<製品問合せ先>

古河パワーコンポーネンツ(株)

営業部第5営業グループ

TEL: 046-869-3491 FAX: 046-869-3494