

重腐食環境用ハンガイヤーの開発

電力技術研究部(集電管理)

主任研究員 片山 信一

1 はじめに

電車線設備の材料のうち、ハンガイヤー等に用いられるアルミニウム青銅に関しては、脱アルミニウム腐食事例の調査¹⁾²⁾から、成分中のニッケル(Ni)量と耐食性に相関があるという知見が得られている。JIS H 5120「銅及び銅合金鋳物」におけるCAC702およびCAC703をベースに規格の成分範囲内でNi量とアルミニウム(Al)量を調整したサンプルを作成し塩害試験場で暴露試験を行った結果、高Ni、低Alの場合に耐食性が向上することが確認できた³⁾。ここでは、実際にハンガイヤーを試作して営業線での暴露試験および本線架設試験を行い、耐食性および実用可能性を検証した結果を報告する。

2 ハンガイヤーの試作

ハンガイヤーを試作したアルミニウム青銅3種類のNi量とAl量を表1に示す。試作1と試作2は最初に暴露試験を行った6種類の中で耐食性が良好だったもので、それぞれCAC702とCAC703をベースに、Ni量を規格値のほぼ上限まで増し、その分Alを低減したものである。なお、単なる購入品では成分にばらつきがあるため、比較用にNiおよびAl量をCAC702の規格上の幅の中間に調整した現用品中間成分のイヤーも製作した。

表1 試作イヤー部材のNi、Al量

記号	材料名	Cu	Al	Ni	その他成分	備考
試作1	CAC702ベース 高Ni、低Al	残	8.32	3.00	Fe、Mn	試作品分析値
試作2	CAC703ベース 高Ni、低Al		8.93	5.84		試作品分析値
現用品 中間成分	JIS CAC702相当 Ni量、Al量は規格上の幅の中間		9.0	1.6		比較用 試作目標値
—	アルミニウム青銅 JIS CAC702		8.0~10.5	1.0~3.0		
—	アルミニウム青銅 JIS CAC703		8.5~10.5	3.0~6.0		

単位：重量%

試作ハンガイヤーの形状は、高速線区での使用も視野に入れ、新幹線用H型仕様とした。試作は鍛造で行った。試作したイヤー片の縦断面を作成し、金属組織を観察した結果を図1に示す。金属組織に、実用上問題となる異常は認められなかった。

試作イヤーのロックウェル硬さ(Bスケール)測定結果を図2に示す。ロックウェル硬さ(Bスケール)は、直径1.59mm(1/16インチ)の鋼球を測定面に押し付けて、できた凹みの大きさから硬さを求める方法で、マクロ的な硬さを求めるのに適する。現用品については、過去に行った測定例の平均値を示した。測定の結果、試作1は現用品および他の試作品に比べて硬さが明らかに低いため、万全を期するため現

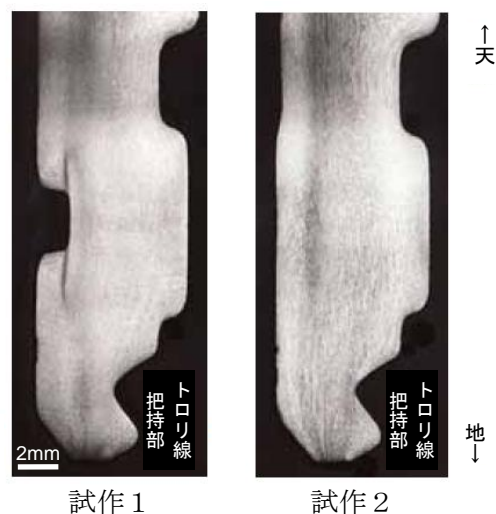


図1 試作イヤーの断面観察結果

地試験では本線架設は行わず、暴露試験のみ行った。

3 塩害試験場における暴露試験

鉄道総研の勝木塩害試験場(新潟県村上市)における暴露試験は、暴露期間を少しでも長く確保するため、2章で述べた金属組織観察、硬さ測定等の基本特性調査と平行して行った。暴露試験状況を図3に示す。2年間の暴露期間における耐食性は良好で、異常は認められなかった。

4 現地試験

現地試験は重塩害環境および塩害と温泉が重複した環境(以下、塩害温泉環境)で行った。現地試験では線路際における暴露試験と、試作イヤーを実際に架線で使用する本線架設試験を行い、暴露試験は現用品中間成分と試作1、試作2、本線架設試験は現用品中間成分と試作2について行った。

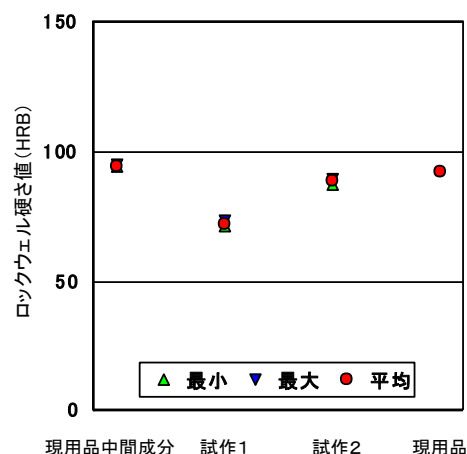


図2 試作イヤーの硬さ測定結果

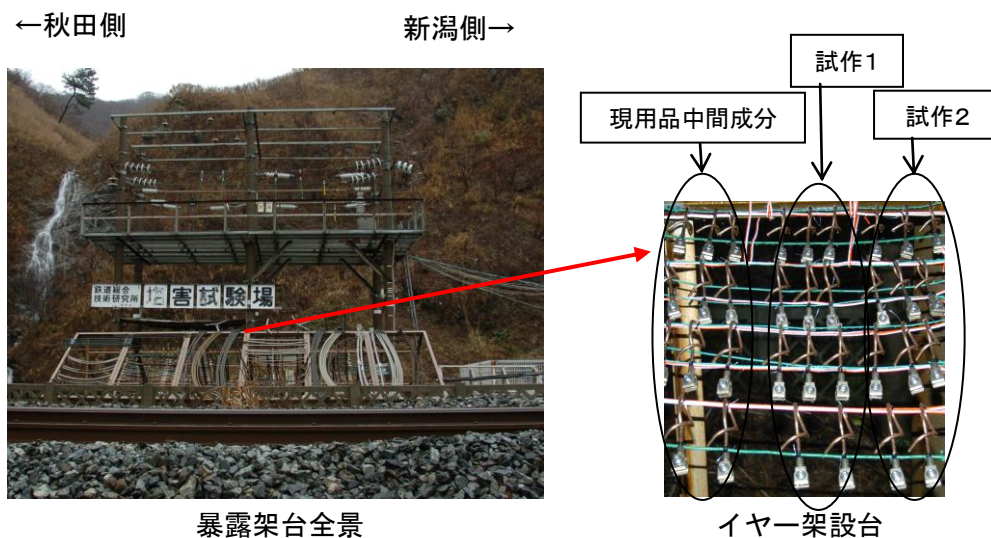


図3 勝木塩害試験場におけるハンガイヤー試作品の暴露試験状況

4.1 重塩害環境

重塩害環境の現地試験は、海上の橋上線区で行った。試験期間は暴露試験が7ヶ月、本線架設試験が9ヶ月である。

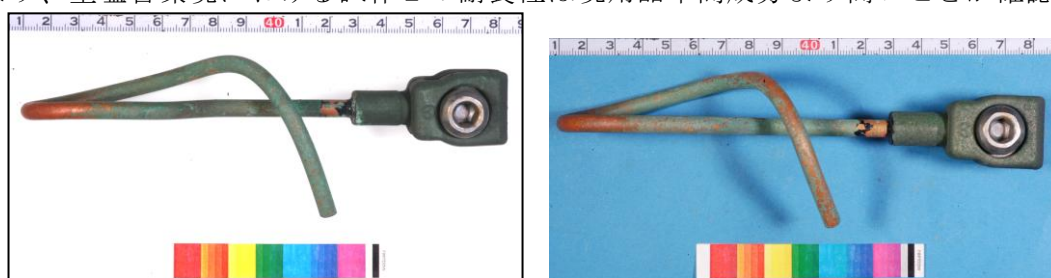
本線架設試験後撤去したハンガイヤーの外観を図4に示す。いずれの試作イヤーも異常な腐食は認められなかったが、現用品中間成分は全面にわたり青緑色に腐食しているのに対し、試作2は薄い青緑色の腐食と金属光沢を残す部分が混在する状態であった。染色浸透探傷試験を行った結果、いずれの試作イヤーもき裂等の異常は認められなかった。

腐食状態のひとつの目安として、表面の電気抵抗をアナログテスタ(1Ωレンジ)で測定した。その結果を表2に示す。抵抗値が大きいほど腐食が進んでいるといえるが、試作2の抵抗値は全般的に現用品中間成分より小さかった。

縦断面を作成して表面の腐食層の状況を観察した結果を図5に示す。現用品中間成分は全体的に

厚く腐食しているが、試作2は厚い腐食層は部分的であることがわかる。

以上より、重塩害環境における試作2の耐食性は現用品中間成分より高いことが確認された。



現用品中間成分

試作2

図4 重塩害本線架設試験後撤去したハンガイヤーの外観

表2 重塩害環境本線架設試験品 表面の電気抵抗測定結果

試料	散水なし(Ω)				散水あり(Ω)			
	表面		内面		表面		内面	
	B片	A片	B片	A片	B片	A片	B片	A片
現用品 中間成分	∞	∞	6	7	40	10	0	0
試作2	腐食部∞ 光沢部0	腐食部∞ 光沢部0	0	0	0	0	0	0

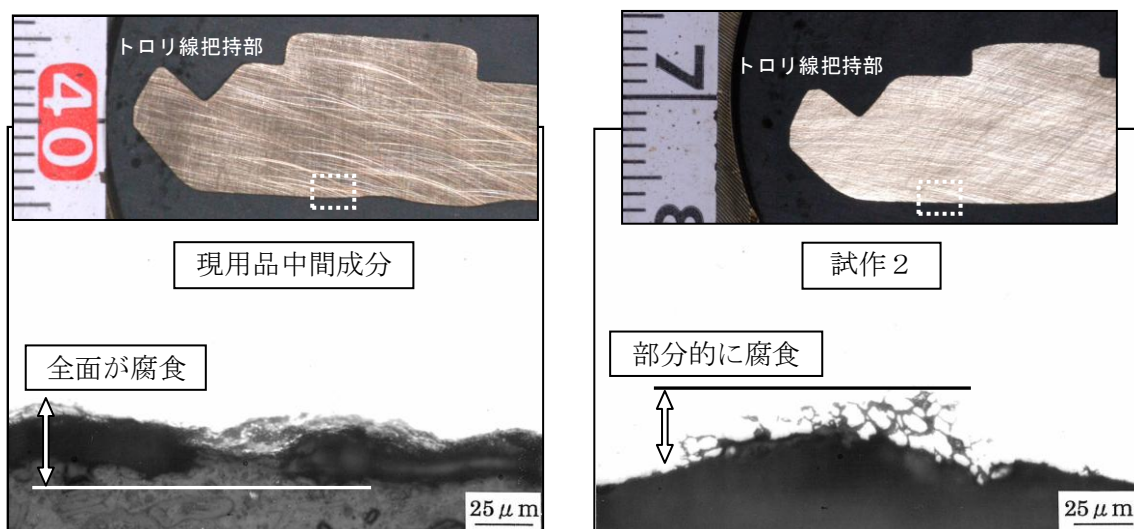


図5 重塩害地域本線架設試験品 表面腐食状況(断面観察結果)

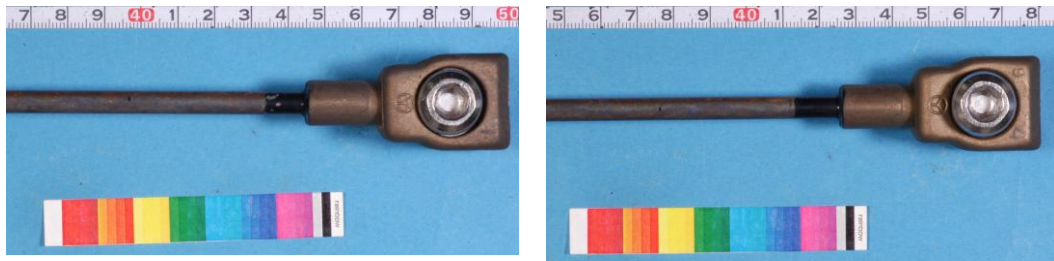
4.2 塩害温泉環境

塩害温泉環境の現地試験は、海岸沿いで沿線に温泉が点在する線区で行った。試験期間は暴露試験が6ヶ月、本線架設試験が6ヶ月である。

本線架設試験後撤去したハンガイヤーの外観を図6に示す。重塩害環境と同様いずれの試作イヤーも異常な腐食は認められなかったが、腐食の色は黒褐色であった。現用品中間成分に比べ試作2は腐食の色がやや薄く、部分的に金属光沢が残っていた。染色浸透探傷試験では、いずれの試作イヤーもき裂等の異常は認められなかった。

表面の電気抵抗測定結果を表3に示す。表面、散水なしの状態では、試作2の抵抗値は現用品中間成分より小さかった。

縦断面を作成して表面の腐食層の状況を観察した結果を図7に示す。重塩害環境と同様、現用品中間成分は全体的に厚く腐食しているのに対し、試作2は厚い腐食層は部分的であった。



現用品中間成分 試作 2
 図6 塩害温泉環境本線架設試験後撤去したハンガイヤーの外観

表3 塩害温泉環境本線架設試験品
 表面の電気抵抗測定結果

試料	散水なし(Ω)				散水あり(Ω)			
	表面		内面		表面		内面	
	B片	A片	B片	A片	B片	A片	B片	A片
現用品 中間成分	16	32	0	0	0	0	0	0
試作 2	12	20	0	0	0	0	0	0

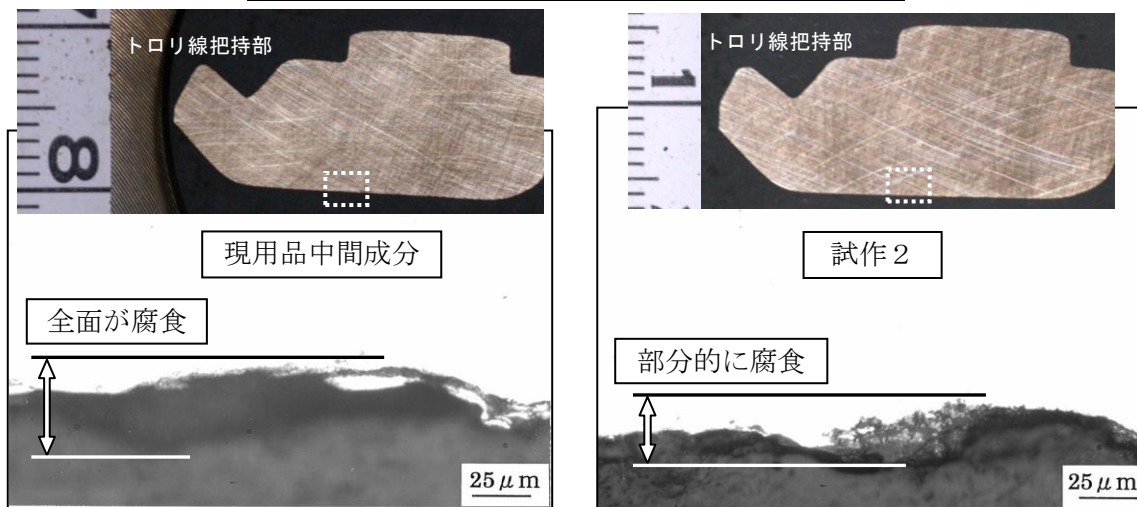


図7 塩害温泉地域本線架設試験品 表面腐食状況(断面観察結果)

5 まとめ

JIS規格のアルミニウム青銅をベースに、規格の成分範囲内でNi量を高く、Al量を低く調整した材質でハンガイヤーを試作し、基本特性調査、塩害試験場における暴露試験および現地試験を行った。その結果、CAC703をベースにした試作2の硬さは現用品と同等で、重塩害環境、塩害温泉環境いずれにおいても著しい腐食は認められず、比較用の現用品中間成分より良好な耐食性を示した。

おわりに

現地試験にご協力いただいたJR西日本ならびにJR九州の皆様に感謝する。

文献)

- 1) (社)日本鉄道電気技術協会：架線金具脱アルミニウム腐食調査検討委員会報告書、2002
- 2) 藤井保和、片山信一、石井順、竹内一男、山本大弘：アルミニウム青銅鋳物製曲引金具の脱アルミニウム腐食の検討、電気学会産業応用部門大会、2002
- 3) 片山信一、臼木理倫：イヤー用新材料の塩害耐食性評価、鉄道総研報告、pp.23-28、2007