

新強化白金 “Nano-Plat シリーズ” の商品化

田中貴金属工業(株) 伊勢原工場

多田 智之, 瀬川 英生

Commercialization of newly developed oxide dispersion strengthened platinum called “Nano-Plat series”

Tomoyuki Tada and Hideo Segawa

Isehara Plant, TANAKA KIKINZOKU KOGYO K. K.

1. はじめに

白金や白金合金中に微細酸化物を分散し高い高温クリープ強度を有する酸化物分散型強化白金は、ガラス工業用の白金装置に不可欠な材料となっている。田中貴金属工業では、酸化物分散型強化白金として、白金系強化材として強度の異なる2種類の材料GTH, Spartanを、また、白金ロジウム10%系強化材としてGTHRを2000年から市場展開し、白金装置の長寿命化や貴金属量の削減に貢献してきた。市場投入から既に12年が経過し、これら材料で多くのお客様において好評を博してきたが、その一方で更なる品質の向上要求、特性の改善要求があったことも事実である。また、白金系強化材では2種類の高温クリープ強度を持つ材料があり、その特性を考慮してお客様のご使用環境に適した強化白金を推奨できたのに対して、白金ロジウム10%系強化材では1種類しかなく、必ずしもお客様のご使用環境に適した材料の推奨ができなかった。これら市場の要求に応えるために、新たに4種類の強化白金を開発し、

“Nano-Plat シリーズ”として商品化したので、その特徴を紹介する。また、これまでの強化白金の実用面での効果を分かり易くイメージできるように、幾つかの実験を行った。その結果も合わせて記載するので、今後のガラス工業用の白金装置への強化白金採用のご参考にして頂きたい。

2. “Nano-Platシリーズ”の種類とその特徴

お客様のご使用環境や用途に合わせた材料提案を実現するため、白金系強化材、および、白金ロジウム10%系強化材それぞれに、2種類の高温クリープ強度を持つ材料を商品化した。それら材料の名称、特徴、および、推奨活用部位について、表1にまとめた。

図1は“Nano-Plat-Pt”と“Nano-Plat-BP”の断面組織である。いずれも酸化物分散型強化白金の特徴である層状組織を有していることがわかる。両者を比較すると、“Nano-Plat-BP”の方が結晶組織の縦横比が大きくなっている。このように、結晶組織の形状・大きさを制御することで、白金系強化材、白金ロジウム10%系強化材の高温クリープ強度を調整した。

図2にそれぞれの材料の1400℃での高温クリープ強度を鋳造白金、鋳造白金ロジウム10%と比較して記した。“Nano-Plat-シリ

表1 “Nano-Plat シリーズ” の名称, 特徴, および, 推奨活用部位

名称	特徴	推奨活用部位
Nano-Plat-Pt	高温クリープ強度が高く、かつ、高温伸びも大きい白金系強化材	溶解槽、清澄槽、攪拌槽
Nano-Plat-BP	高温クリープ強度は非常に高いが、高温伸びの小さい白金系強化材	スターラー、高強度が必要な部材
Nano-Plat-R	高温クリープ強度が高く、かつ、高温伸びも大きい白金ロジウム 10%系強化材	溶解槽、清澄槽、攪拌槽 プッシングベースプレート
Nano-Plat-BPR	高温クリープ強度は非常に高いが、高温伸びの小さい白金ロジウム 10%系強化材	スターラー、高強度が必要な部材 プッシングベースプレート

ズ”の材料はいずれも、鑄造材料に比べて高い高温クリープ強度を有しており、特に“Nano-Plat-BP”と“Nano-Plat-BPR”の高温クリープ強度が高い。なお、高温クリープ強度は板厚や成形方法によって強度が変化するので、図2は高温クリープ強度の目安として眺めて頂きたい。

表2に高温引張り試験の結果をまとめた。一般的に、酸化物分散型強化白金では、高温クリープ強度を向上させると高温引張り試験での破断伸びが減少する傾向があり、“Nano-Plat シリーズ”でも同様の傾向を示した。高温クリープ強度の非常に高い“Nano-Plat-BP”と“Nano-Plat-BPR”では高温引張り試験での破断伸びは15%程度と小さく、これらの材料を使用する場合には、熱上げ時などに白金装置の変形が大きくなるように設計や保護耐火物の施工に配慮すべきことが示唆された。

3. “Nano-Platシリーズ”を用いた実験事例

図3に鑄造白金と“Nano-Plat-Pt”で製作した外径50 mm、高さ50 mm、板厚1.0 mmの小型坩堝での実験結果を示した。本実験では小型坩堝に酸化物結晶を入れ、加熱・冷却を繰り返し酸化物結晶の溶解・凝固を10回、100回と繰り返した。その結果、鑄造白金では10回後で既に変形が見られ、100回後において下部が大きく膨らんだ。また、結晶粒の粗大化も顕著だった。一方、“Nano-Plat-Pt”では10回後ではまったく変形が見られず、100回後においても変形は僅かだった。更には、結晶粒の粗大化

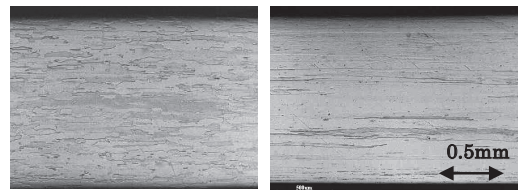


図1 Nano-Plat-Pt (左) と Nano-Plat-BP (右) の断面組織

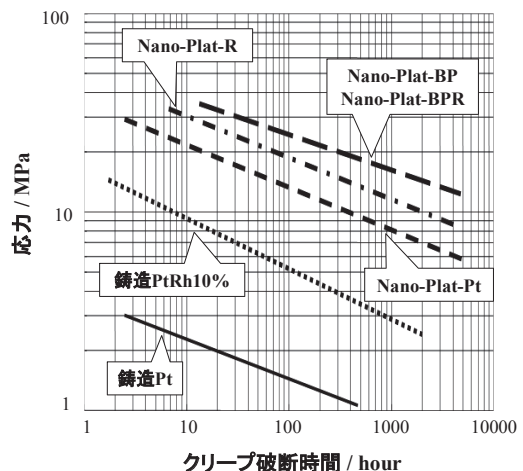


図2 1400℃での高温クリープ強度

表2 1400℃での高温引張り特性

材料	引張り強さ (MPa)	破断伸び (%)
Nano-Plat-Pt	45	30
Nano-Plat-BP	72	13
Nano-Plat-R	63	40
Nano-Plat-BPR	83	15

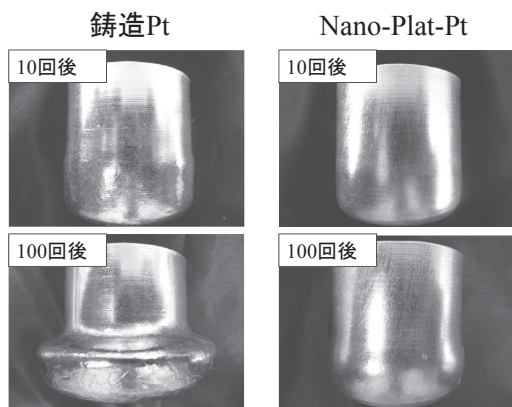


図3 鑄造Ptと“Nano-Plat-Pt”の変形挙動比較

も見られなかった。これは酸化物結晶の溶解時に坩堝に内側から外側へのクリープ応力が掛かったための変形と結晶粒の粗大化と解釈できるが（白金と酸化物結晶の熱膨張係数の違いによる変形も含む），“Nano-Plat-Pt”の坩堝では、材料の高温クリープ強度が高いために変形が抑制され、また、白金に添加した高分散微細酸化物の楔効果によって強化白金特有の組織を維持したため、結晶粒の粗大化が起こらなかった。

図4には、鑄造白金ロジウム10%と白金ロジウム10%系強化材の強度比較を行った実験結果を示す。本実験では、まず、直径50 mm、長さ200 mm、板厚0.8 mmの円筒管をそれぞれの材料で準備した。その後、その円筒管内部を真空に保ったまま溶接によって封じた。その

円筒管を電気炉に入れ、それぞれの材料での変形挙動を比較した。図4に示すように、鑄造白金ロジウム10%では、1500℃に到達後即炉冷したところで円筒管が真空の力に耐え切れず変形した。一方，“Nano-Plat-R”，“Nano-Plat-BPR”では、いずれも変形がなかった。その後，“Nano-Plat-R”と“Nano-Plat-BPR”の円筒管に2回目の熱処理（1500℃で5時間）を施したところ，“Nano-Plat-R”の円筒管で変形が生じた。“Nano-Plat-BPR”の円筒管では、更に1500℃で200時間の熱処理を実施するも変形が見られなかった。図3同様に、鑄造材料に比較して，“Nano-Plat-R”と“Nano-Plat-BPR”が変形を抑制できることが示されたが、結晶組織制御によって高温クリープ強度を高めた“Nano-Plat-BPR”では、更にその変形耐性が向上していた。

図5に鑄造白金、および、白金系強化材で製作した直径10 mm、高さ12 mm、板厚1 mmのパイプの1400℃での30%圧縮試験時の変形後の表面の拡大写真を示した。鑄造白金では材料が伸びて割れは見られなかったが、Nano-Plat-Ptでは僅かなスジ状の縦クラックが観察された。また、Nano-Plat-BPでは20%圧縮で既に縦割れが生じ、30%圧縮後ではその割れが拡がり顕著な割れとなった。これらの挙動は表2に示した高温引張り伸び特性に起因する

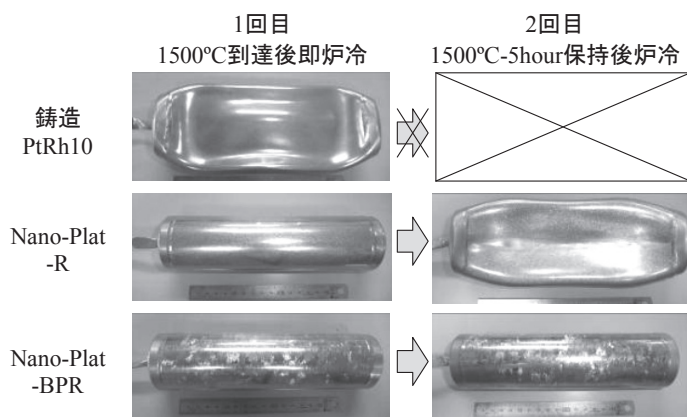


図4 鑄造PtRh10%と“Nano-Plat-R”および“Nano-Plat-BPR”の変形挙動比較

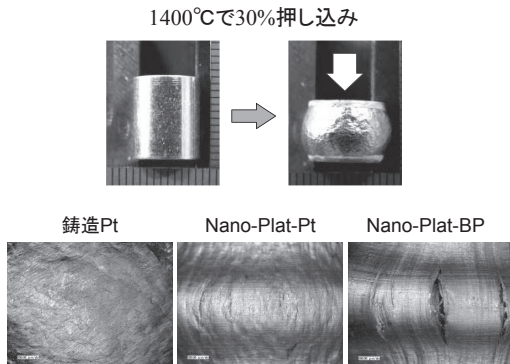


図5 鑄造Ptと“Nano-Plat-Pt”および“Nano-Plat-BP”の高温圧縮試験後の表面拡大写真

ものであるが、強化白金は高温クリープ強度は高いが、高温伸び特性に劣るといった特徴があるので、特に熱上げ時の白金装置の変形を抑制する設計、耐火物施工をご考慮頂きたい。

4. まとめ

ガラス工業用の白金装置の長寿命化と貴金属量の削減に貢献するため、新たに強化白金“Nano-Plat-シリーズ”を商品化した。“Nano-Plat-シリーズ”には白金系強化材で2種類、白金ロジウム10%系強化材で2種類の高温クリープ強度を持った材料をそれぞれラインアップした。

“Nano-Plat-シリーズ”の機能を最大限発揮するには、それぞれの材料特性に加えて、使用条件、使用環境を考慮しての選定が必要です。本文にそのための参考データを一部記載しましたが、弊社からの提案も可能です。是非、お近くの弊社営業所までお問い合わせ下さい。