

## 製品紹介

## Products

## 大同の PPW システムと最近の適用事例

## 1. はじめに

大同特殊鋼(株) (以下、当社という) では、長年にわたり培ったプラズマ粉末肉盛技術 (Plasma Powder Welding : 以下、PPW と略称) と自社製粉末を活用し 40 年以上前に、エンジンバルブの耐高温摩耗性改善を目的とした PPW システムを商業化した。

図 1 に PPW の原理図を示す。

PPW は、PTA (Plasma Transferred Arc Welding) と同様の原理であり、タングステン電極と被加工物である基材との間にプラズマアークを発生させ、この中に粉末を投入・溶融させ肉盛溶接する技術である。PPW システムは、プラズマ電源・粉末供給装置・制御装置・PPW トーチ・ワーク回転治具を被加工物に合わせた仕様で製作することで様々な寸法・形状の製品に肉盛することが可能である。当社では、自動肉盛設備として、異形状 (金型用)、パイプ外面、パイプ内面に肉盛可能な専用設備を有しており、形状・サイズ制約が少なく効率生産が可能な体制を整えている。

更に、PPW 用粉末を自社製造しており、目的・用途に併せたアロイデザイン・成分コントロールが可能である。このため、類似の肉盛工法である MIG や TIG に用

いられる溶接棒およびワイヤーでは製造不可能な成分系においても粉末さえ製造できれば、肉盛溶接が可能である。したがって、PPW は高合金など、難加工材の肉盛施工に適した溶接工法であるといえる。今回は、本工法を用いた肉盛製品とその適用事例について紹介する。

## 2. 硬化肉盛用 PPW 粉末について

当社では、PPW 用の粉末として、耐摩耗性向上を目的とした硬化肉盛用粉末 (表 1)、耐高温腐食合金粉末、耐コーク・浸炭用合金粉末を自社で開発・製造している。

硬化肉盛材料 (KV シリーズ) は、靱性の高い Co 基合金中に炭化物生成元素である V および C を固溶させた粉末であり、肉盛時に微細な球状炭化物 VC を析出させることにより、優れた耐摩耗性と耐食性を発揮する材料である。

KV およびステライトの高温硬さおよび摩耗試験結果を図 2 に示す。KV は、一般的に広く用いられるステライト系肉盛材と比較し、どの温度域においても高硬度を有し、比摩耗量も良好である。ただしステライト対比、延性が低くヒートクラック性も劣るため、適用する使用環境や施工時の溶接条件には、注意が必要である。

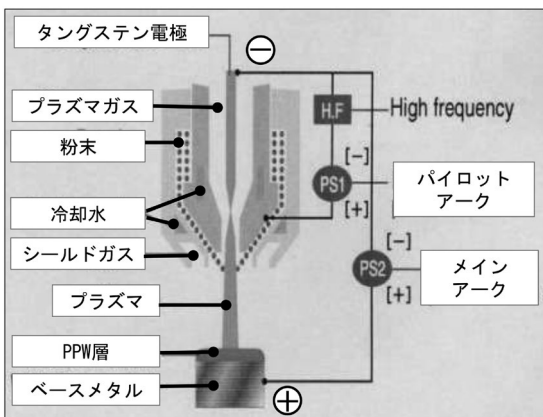


図 1. PPW の原理図。

表 1. 大同の金型・硬化肉盛材料一覧表 (Co 基合金)。

鋼種名	主な化学成分 (wt%)								硬さ (HRC)	備考
	C	Si	Ni	Cr	Mo	W	Co	V		
DAPKCW1	2.5	1.0	-	30	-	12	Bal	-	53	ステライトNo.1 相当
DAPKCW2	1.2	1.0	-	30	-	4	Bal	-	43	ステライトNo.6 相当
DAPKCW3	1.5	1.0	-	30	-	8	Bal	-	47	ステライトNo.12 相当
DAPKCM1	0.25	1.0	3	26	5.5	-	Bal	-	30	ステライトNo.21 相当
DAPKV10	Ad.	1.0	3	22	4	-	Bal	Ad.	50	KV10
DAPKV15	Ad.	1.0	3	22	4	-	Bal	Ad.	53	KV15
DAPKV20	Ad.	1.0	3	22	4	-	Bal	Ad.	55	KV20

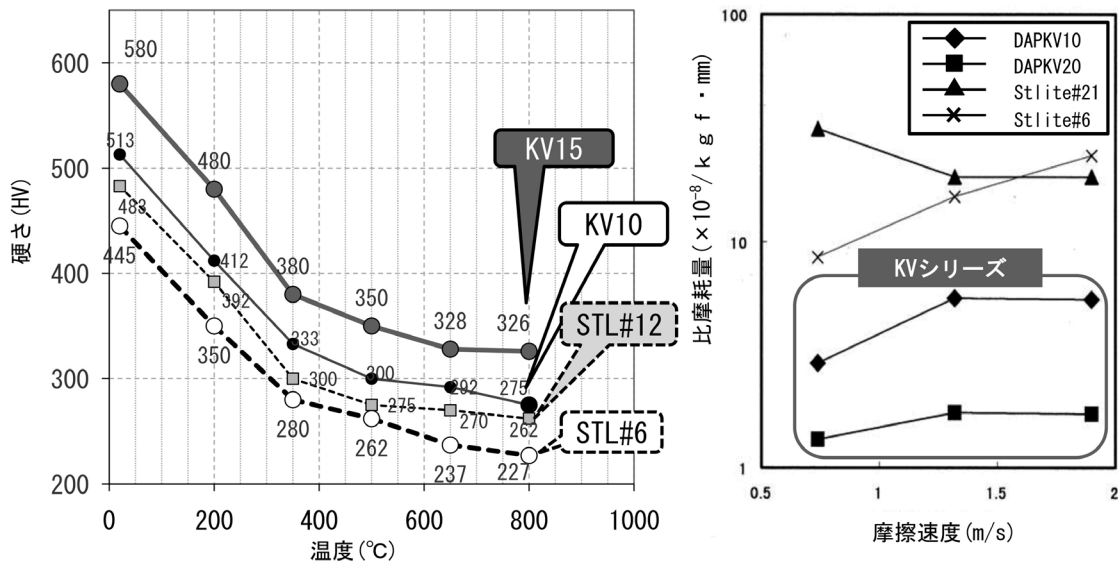


図2. 高温硬さおよび摩耗試験結果.

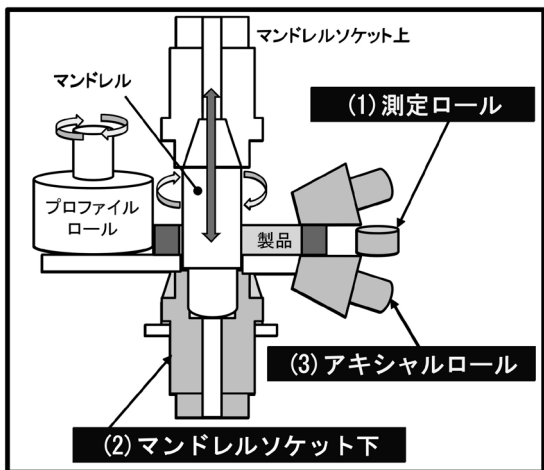


図3. リングロールミルの設備構成.

### 3. 硬化肉盛用粉末の適用事例

硬化肉盛用粉末 (KV シリーズ) の適用事例として、リングロールミル設備 (各部品) の耐摩耗性改善事例を以下に紹介する。

リングロールミルの設備概略図および適用部品を図3に示す。

#### 3. 1 測定ロールへの適用事例

測定ロールは、リングロール製造時の外径寸法測定に用いられている。測定ロールの摩耗は、計測値と製品の誤差を大きくし、切削加工工程で品質不良 (黒皮残存など) を発生させる可能性がある。

測定ロールの耐摩耗性向上は、部品寿命延長の他に品質不良低減効果も期待される。

現行の測定ロールには、熱間ダイス鋼 (SKD61) が

採用されており、その寿命は、1ヵ月であり、最大摩耗量▲1 mmで管理している。そこで、KV15をロール表面に約3 mm肉盛り、実装テストを実施した。KV15を肉盛した製品は、7ヵ月使用時点でも最大摩耗量▲0.3 mmとなっており、現行品対比40倍の寿命が見込まれ、寸法精度の向上や不良率の低減が期待される。

#### 3. 2 マンドレルソケットへの適用事例

マンドレルソケットは、製品成形時マンドレルを保持するための部品であり、その材質は、構造用鋼 (SCM440) やダイス鋼 (SKD61) である。マンドレルソケットは、リングロール成形時に常時回転しているマンドレルとの接触面で摺動摩耗が発生する。ソケット内径面が偏摩耗することによって、マンドレルの折損が散発し、故障休転が発生していた。そこで、マンドレルソケット内径面にKV15を肉盛した製品の実装テストを実施した。実装テストの結果を図4に示す。

KV15の肉盛品は摩耗量抑制による延命化 (現行品対比10倍以上) とマンドレルへの負荷軽減による折損防止 (使用本数▲50%削減) の両方に改善が認められた。

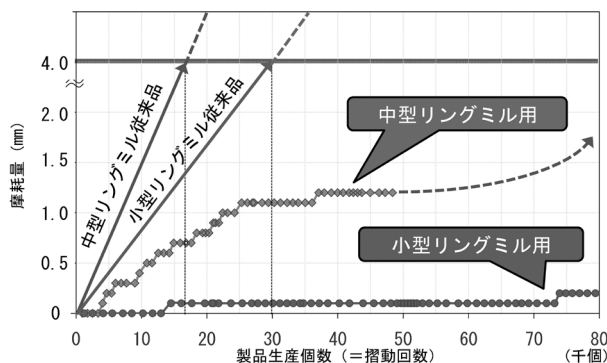


図4. マンドレルソケットの摩耗量推移.

### 3. 3 アキシャルロールへの適用事例

アキシャルロールは、リングロール製造時、リングの高さを成形（圧延）するためのロールであり、圧下荷重（垂直方向）や材料との摩擦による応力（周方向）など、複雑な力が表面に働き、きわめて過酷な摩耗環境で使用される。また、製品の形状や寸法などの品質に直結するため、定期的な交換を必要とし、金型部品の中では比較的高価なこともあり、従来から様々な摩耗対策が施されてきた。

今回、ロールの摩耗部分に KV15 を肉盛したもので実機テストを実施した。機種や使用環境による差はあるものの、従来のステライト（# 6, # 21 など）や 13Cr 系の硬化肉盛材に対して、KV15 は 3 ～ 10 倍の寿命延長効果が確認できた。

KV15 のアキシャルロール適用の課題の 1 つが、ワレおよび肉盛層の剥離である。KV15 の 2 層肉盛では、母材である SCM や SKD まで一気にワレが進展しており、耐摩耗性は良好であっても、ワレ部の開口・剥離・母材再利用困難などの弊害が生じる。

そこで、KV15 のワレ・剥離対策として、下盛層を変更したアキシャルロールの実装テストを実施した。実装結果を表 2 に示す。ワレの進展を防止するために、下盛層には延性の高い材料（SUS309）などを緩衝材として肉盛することで、安定した耐摩耗性を実現した。（図 5）ただし、高負荷の機種（大型品）では成功例が少なく、今後さらに肉盛方法の改善が必要と考える。



図 6. 鍛造用金敷への PPW 適用例.

表 2. 下盛層変更テスト結果.

肉盛仕様		使用期間	命数	評価	
剥離対策“前”	KV15 + KV15	1ヶ月	63千個	・従来品対比：約 2.6 倍の寿命延長 ・肉盛層ワレ・剥離によりテスト中止	△
剥離対策“後”	SUS + KV15	2ヶ月	138千個	・従来品対比：約 5 倍の寿命延長	○

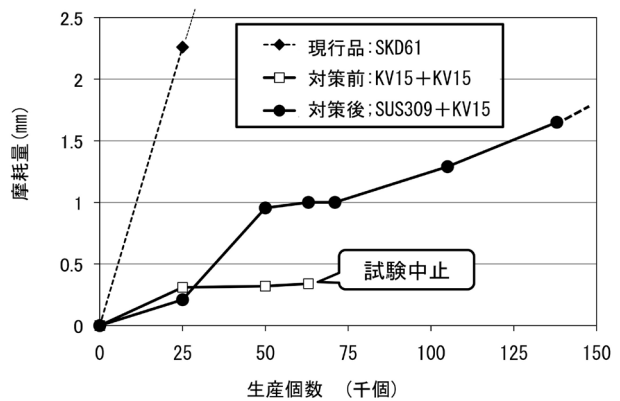


図 5. アキシャルロールの摩耗量推移.

### 4. 鍛造金敷・金型への適用事例

当社も含め、難加工材の自由鍛造金敷には、耐熱超合金を使用しており、摩耗・減肉によって金敷が使い捨てとなっている鍛造メーカーは多い。この鍛造金敷を、損傷部分だけ除去し、超合金で肉盛補修することで金敷の再利用が可能となる。さらに、より耐熱・耐摩耗性能のよい肉盛材料を選定することで、延命効果による金型費用の削減が期待できる。また熱間鍛造用の金型は、材料の変形が多い部分が局所的に摩耗し、金型寿命を悪化させている。

この局所的な部分に硬化肉盛材や耐熱鋼種を肉盛することで、金型の延命化を図り、取替頻度の低減による、コスト削減や生産性向上が期待できる。

PPW は、これらの肉盛にも、（ワイヤー化困難な）材質の選択や、低入熱、薄肉などの特徴を活かして、金型の寿命改善に貢献している。（図 6, 図 7）



図 7. 熱間鍛造用金型への PPW 適用製品.

## 5. まとめ

今回紹介した、当社のPPWシステムは、以下の特長が挙げられる。

### 1) 原料粉末から施工までの一貫製造体制

原料粉末からPPWおよび仕上加工までの一貫製造が可能。

### 2) 独自の設備開発力

肉盛形状に合わせた専用トーチの開発で、顧客ニーズにきめ細かく対応。

### 3) 材料の開発力

特殊鋼メーカーのノウハウを生かし、用途に応じた新鋼種の開発が可能。

(問合せ先)

大同特殊鋼(株) 新分野事業部

製造・開発室

渡邊 学

TEL：052-694-0914

FAX：052-691-5248

e-mail：m-watanabe@ct.daido.co.jp

