

取鍋内壁の付着物切断装置

1 はじめに

鉄鋼業で鋼や合金鋼を製造する過程において、溶鋼を受け入れ運搬移動する容器として取鍋等の鋼構造容器が使用されている。取鍋は、外壁が鋼構造で出来ており、内側には数層の耐火物が張られた構造となっている。

溶鋼の受入れ・排出を繰り返して行くと、取鍋内壁には、地金・スラグ・合金鉄や耐火物等の混合物からなる付着物が生成し、積層してくる。付着物は、その成分が不均一である上に不定形であり、さらに高融点であるので、通常のガス溶断作業では切断・除去できなかった。

そこで、これらの付着物の除去方法として、カロライジングパイプを用いた酸素と鉄粉によるパウダー切断法、またはジェットランスによる酸素切断法等が用いられている。

これらの方法を用いる付着物の切断・除去においては、付着物が不均一かつ不定形であるため、作業者の直接的な目視判断（近傍作業）と切断トーチの手動運棒によって行っている。これは、主として作業者の経験・判断能力及び運棒技能に依存する性格を持っており、バーナー本体の機能向上・能力向上には作業性・重量制限の理由から限界があった。また、作業者が被切断物の近傍にて作業するため、作業場の温度環境は常温近くに下げることが必要であり、被切断物の冷却のために時間を要し、更に、切断時にはその熱源供給と輻射熱によって、高温と塵埃の発生が避けられない劣悪環境下の作業となっていた。

そこで、切断性能が飛躍的に向上したバーナーを保持した遠隔操作の機械を開発することに成功し、切断時間の短縮・被切断物の冷却時間の省略・劣悪環境下の作業を排除することができたので、その装置を紹介する。

2 装置の概要と性能

装置本体は、旋回アーム構造となっており、並置された2つの取鍋に対し、交互に取鍋内壁の付着物切断作業が行える様に配慮している。

切断操作は、取鍋位置側に設置された操作室内の操作盤にて、切断モニター監視のもとに行われ、切断開始位置及びバーナー位置の設定及び切断速度の設定等が遠隔で行えるようになっている。図-1に装置全体の平面図を示す。

切断機構部としては、旋回アーム先端部にマスト昇降装置・マスト旋回装置が備えられ、マスト旋回軸下部にバーナー横行装置・バーナー傾動装置・バーナー旋回装置が懸架されており、取鍋内壁付着物の垂直切断・水平円周切

断・下向き切断が行える様になっている。図-2に装置の断面図を示す。

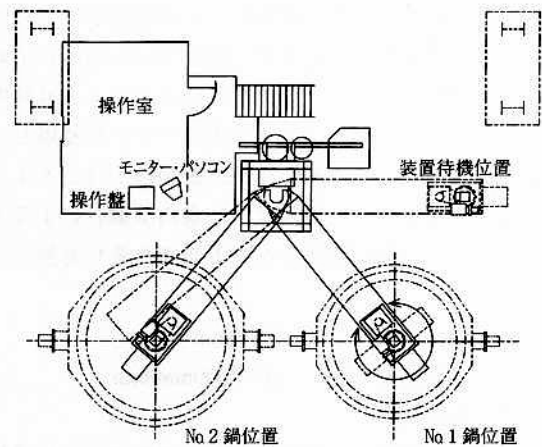


図-1

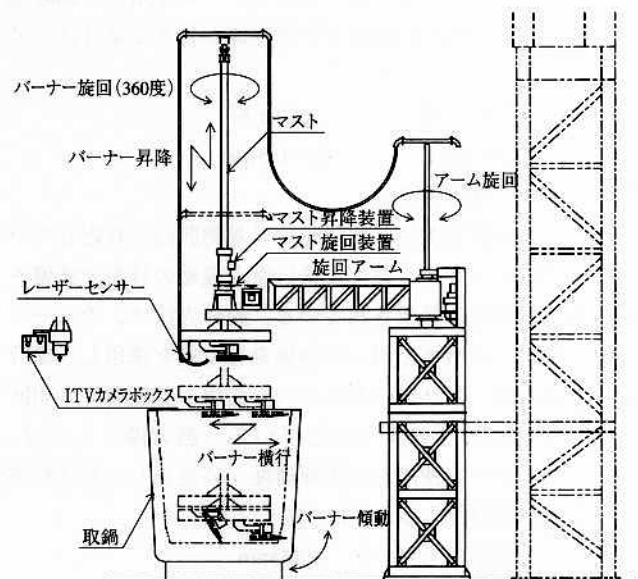


図-2

垂直切断・水平円周切断に関する切断動作は、予めレーザーセンサーにより取鍋内壁付着物の凹凸寸法を測定しておき、パソコンに取り込みプロフィールを表示した後、測定データによる適切な切断動作とモニター監視による手

動介入の速度調整による切断動作としている。

(A) アーム旋回装置

旋回アームは、タワー上に搭載され、切断バーナーが取鍋上部をかわして旋回できる高さに位置決めされている。また、旋回アームは取鍋の2位置中心に対して自動的に旋回停止できる制御となっている。タワー及び旋回アームは型鋼構造としており、旋回方法は、チェーンによる回転機構を採用した。

旋回角度	140°
旋回速度	0.026rpm

(B) マスト昇降装置

マスト昇降装置は、垂直切断とアーム旋回時の上昇限位位置決めのための目的で装備され、旋回アーム先端に搭載されている。動作方法は、ラック・ピニオンによる昇降機構を採用し、動力源としては、サーボモーターを使用して切断速度・高速送りの速度制御及び位置制御が行えるようにしている。また、マスト本体は、2重角型鋼管による水冷構造としており、熱い取鍋に対する切断作業も可能としている。

昇降ストローク	4500mm
昇降速度	0~4000mm/min

(C) マスト旋回装置

マスト旋回装置は、水平円周切断と切断個所の位置決め及び旋回原点復帰の目的で装備され、旋回アーム先端に搭載されている。動作方法は、チェーンによる回転機構を採用し、動力源としては、サーボモーターを使用して切断速度・高速送りの速度制御及び位置制御が行えるようにしている。

旋回角度	360°+5°
旋回速度	0~0.5rpm

(D) バーナー横行装置

バーナー横行装置は、切断時の付着物凹凸に対応してバーナーを出・入させる動作と横行原点復帰の目的で装備され、マスト下部に懸架されている。動作方法は、チェーンによる回転牽引機構を用いた台車走行方式を採用し、横行台車の部品は、耐熱性の有るものを使用して熱間での切断作業にも対応できるようにしている。動力源としては、サーボモーターを使用して切断速度・高速送りの速度制御及び位置制御が行えるようにしている。

横行ストローク	1900mm
横行速度	0~4900mm/min

(E) バーナー傾動装置

バーナー傾動装置は、鍋底付着物の切断を目的で装備され、バーナー横行台車アーム先端に搭載されている。熱間での切断作業にも対応できるように水冷構造箱内に設置され、傾動方法はエアローターによる揺動機構を採用した。

傾動角度	60°
傾動速度	エア圧力設定による

(F) バーナー旋回装置

バーナー旋回装置は、垂直切断・水平円周切断・鍋底切断に対するバーナーの方向を決める目的で装備され、バーナー横行台車アーム先端にバーナー傾動装置と共に水冷構造箱内に設置されている。旋回方法は、エアローターによる揺動機構を採用した。

旋回角度	90°
旋回速度	エア圧力設定による

3 装置の特徴

(A) 高能率バーナー

本装置に装備されているバーナーは、鉄粉を噴射して切断作業を行う溶融切断バーナーであり、先行ノズルと後行ノズルとの2本のノズルより構成されていることを特徴としている。先行ノズルは、被切断部を加熱し酸素による切断条件の形成を行い、後行ノズルは、溶融切断部の実際の切断を行って、切断能率を格段に高める事のできるバーナーである。

先行ノズルは、中央部にガス輸送された鉄粉を噴射する粉体吐出口を持ち、その周囲に燃料ガスを噴射する環状燃料吐出口を持ち、さらにその周囲に酸素を噴射する環状酸素吐出口を持った構造としている。

後行ノズルは、ガス輸送された鉄粉を噴射する粉体吐出口と、粉体吐出口から噴射された粉体に酸素を混合噴射する酸素吐出口を備えた構造としている。

(B) 倣い切断動作

取鍋内壁に付着した付着物の形状は、生成過程と場所による付着量の違いを生じて成長して行き、大きな凹凸形状を呈するようになる。この凹凸形状付着物に対して垂直切断・水平円周切断等を行なうには、バーナーと被切断物との距離の違いによって生じる切断性能の問題・バーナーの衝突問題等が発生し、これらの問題を解決せずには円滑かつ高能率な切断作業が為し得ない。図-3に取鍋内壁の付着物形状及び切断形態の図を示す。

本装置には、バーナーの噴射口の反対側に距離センサーが装備されている。この距離センサーにより、切断作業前に切断個所を予め測定すると、操作室内に設置されているパソコンにデータ入力され、パソコン画面には取鍋の鋼製外壁・耐火物層・計測した付着物プロフィールが図示及び数値表示される制御となっている。実切断時において、バーナーは測定データのもとに動作を行ない、被切断物とバーナー噴射口との距離を一定に保ちながら切断動作を行なう事ができる。この倣い動作により、切断性能を一定に保持する事及び付着物へのバーナー衝突も回避する事ができ、円滑かつ高能率な切断作業を得る事ができた。

(C) 遠隔操作

本装置には、バーナー横行装置側にI T Vカメラが装備されており、操作室内に設置されているモニターテレビ画

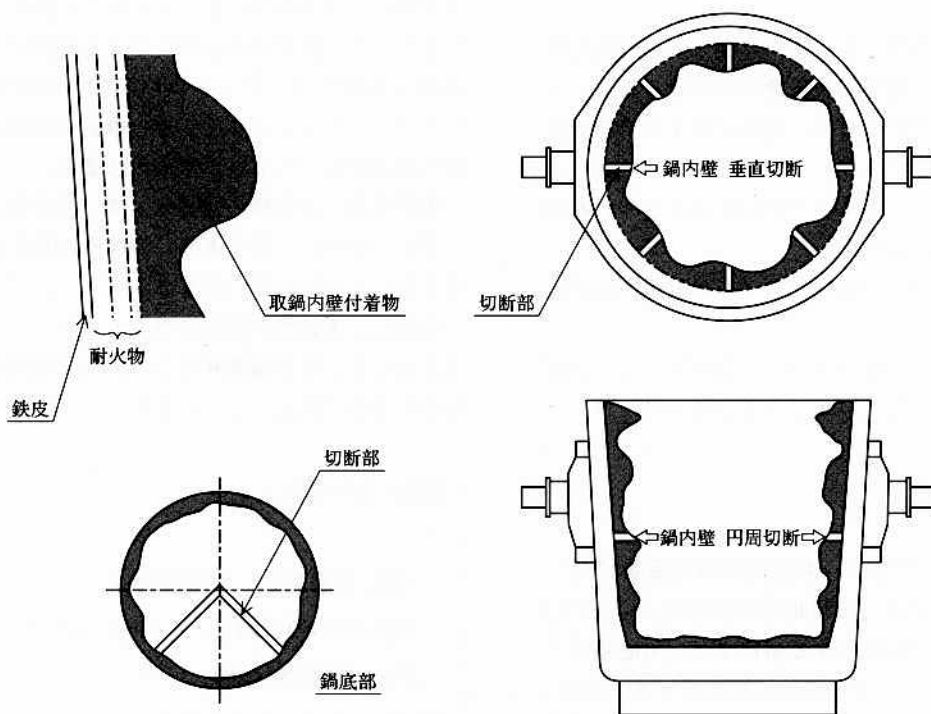


図-3 取鍋内壁付着物切断形態

面を監視しての切断作業となり、高温と塵埃の劣悪環境下での作業から開放する事に成功した。モニターテレビ画面には溶融切断部が拡大映写され、付着物の厚さ・不均質性及びバーナーの噴射状況による切断状況の変化に応じて切断速度を手動介入調整し、切断深さを目視確認しながら目的深さまで切断して行くことができる。

図-4にITVカメラの配置図を示す。

(D) ウイーピング切断機能

本装置で切断作業を行なうに当たって、切断機能として

連続切断動作の他にウィーピング切断動作を選択できる制御を持っている。ウィーピング切断動作とは、切断方向に対して前進・後退を繰り返しながら前進して行く動作であり、前進量・後退量は切断速度及びバーナーの燃焼能力とあいまって各々最適値に設定することができる。ウィーピング切断は、一度切断した場所を切断直後に再加熱溶融切断するので、切断深さを大きく取る事ができ、付着物の厚い被切断物に対しては、非常に高能率な切断方法である。

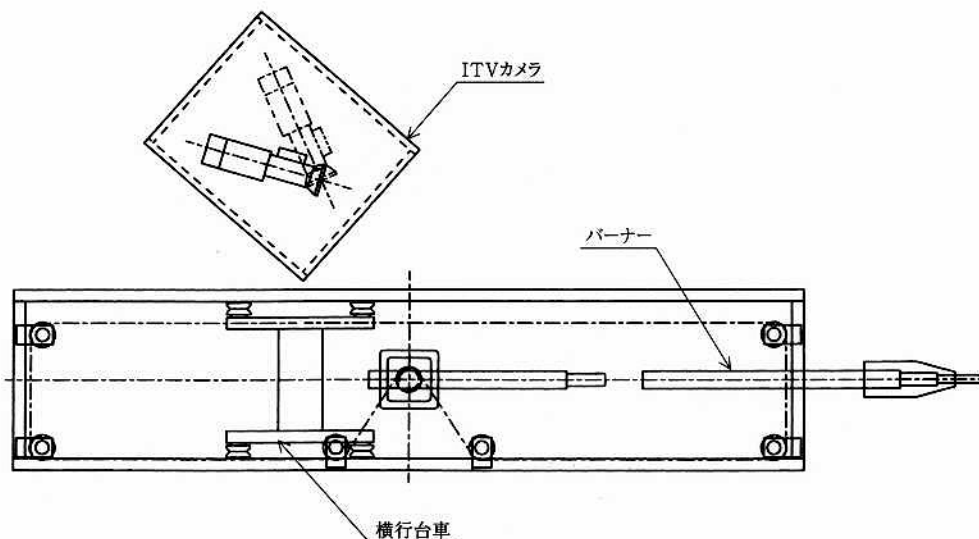


図-4

(E) 安全装置

本装置は燃焼装置であるため、随所に逆火・延焼防止策を設けて、火災に対する安全対策を講じている。また、本装置は容器内での燃焼であるため、爆発に対する予防処置として下記の対策を取っている。

- ① 取鍋底よりブLOWERにてエアーを常時送り込み、取鍋内の空気を置換している。
- ② 取鍋上部からは、排気ブLOWERにて常時取鍋内の空気を吸い込み吐き出している。
- ③ 上記、置換ブLOWER・排気ブLOWERは各ブLOWERが運転状態でないと切断装置が運転できないインターロックを設けてある。

4 おわりに

以上説明してきました様に、本装置は難切断物に対して高能率のバーナーを開発して切断速度を速め、そのバーナーを機械に搭載して遠隔操作する事により、劣悪環境下での人力作業から開放する事に成功した装置です。現在、日本鋼管(株)福山製鉄所で、その性能を十分に発揮して稼働

中であり、日本鋼管(株)殿と共同特許出願しております。

また、この装置は遠隔操作ができる面で、難切断物だけでなく人力では作業できない場所への応用や、距離センサーとパソコンによるデータ取込の面で、容器物の管理等へと多方面への応用が考えられます。

本装置は、お客様の設備サイズ、機能等の御要望に応じた設計・製作が可能であり、興味をお持ちの方は是非ご一報下さいます様お願い致します。

最後に、本装置の開発に当たりまして、多大なる協力を頂きました、日本鋼管(株)殿及び大成電機(株)殿には、本誌上をかりて厚く御礼申し上げます。

[問い合わせ先]

東日本事業部 産機設計室

Tel. 0223(24)2450 寺村 敏一

Fax. 0223(29)2084