連続蒸解釜オーバーレイ工法の開発について*

ダイオーメンテナンス株式会社 開発部 伊 藤 雅 章

The Development of Stainless Steel Weld Overlaying for Continuous Digesters

Masaaki Ito

Daio Maintenance Co., Ltd.

We have developed an overlay method for continuous digesters that substitutes the lining of stainless steel plates. We carried out the overlay (110 m²) at the NKP Continuous Digester in Daio Paper Co., Ltd. in March this year.

The superior points of our overlay method are the high welding quality achieved by using new automatic welding machines, the short term of the work and the high safety level for assembly, inspection and dismantling that employed an automatic scaffolding system.

Our method of overlay is capable of preventing corrosion of the welded parts that stainless steel lining plates have and corrosion of the cladding of continuous digesters.

分類：F₂ KP 蒸解，F₁ KP 製造一般（アルカリパルプ含む）

1. はじめに

今まで国内では炭素鋼で製作された連続蒸解釜は薬品及びチップによる腐食・摩耗により減肉が発生するため、延命化対策としてステンレスプレートによるライニングを実施してきた。しかしステンレスプレートによるライニングは溶接部の腐食および熱応力による亀裂が発生する可能性が高く、従来より改善が望まれていた。今回大王製紙株式会社のNKP連続蒸解釜の延命化対策として国内の技術でステンレスの肉盛り溶接（オーバーレイ）を開発し、今年3月に洗浄ゾーン110 m²を施工した。今回このオーバーレイ施工実績を紹介する。

2. オーバーレイ工法の開発

2.1 溶接方法の設計

第一種压力容器である連続蒸解釜は母材の肉厚設計値以上の運転が必要であり、使用圧力・温度・液質などの作業条件下において素材強度の低下、および変形を防ぐため、ステンレス溶接の母材への溶け込み深さ、肉盛り厚みを最少レベルになるように設計した。

- 1) 溶接材料 SUS 309 L
- 2) 溶け込み深さ 0.5 mm 以下（溶接サンプルを
図1、ウィビング溶接平面写真を図2に示す）
- 3) 肉盛り厚み 2～2.5 mm

2.2 安定した溶接品質を得る自動溶接機の開発

今回、安定したウィビングを得るために従来の溶接技術を基礎に最新鋭となる立向きウィビング自動溶接機と数10 mm オーダーの変位まで追従可能な扱い装

*平成14年度年次大会講演（講演 No. D5）

図 1 溶接サンプル断面

図 2 ウィピング溶接平面写真

表 1 測定要領

硬度計	明石製作所 AVK-C2 ビッカース硬度計
荷 重	2 kg
測定ポイント	15
ピッチ	圧痕の対角長さの 4 倍

置（トーチと素材の位置関係を一定にする）を開発し、実際の連続蒸解釜の径に合わせた素材で溶接テストを繰り返し実施し、品質確立を行った。

1) 熱影響による硬度変化について

表 1 に測定要領を、図 3 に測定個所を、図 4 に測定した結果を示す。溶接ボンド部より約 2.24 mm 下より素材原質部と同等の硬度が得られたことから、熱影響部は溶接ボンド部から 2.0 mm 程度の僅かな深さになっており、硬度値から考えても素材に与える影響は問題ないことが判る。

2) 溶接後の素材の機械的性質

肉盛りした素材（肉盛り部の境界）から採取したテストピースの機械的性質を表 2 に示す。またテストピースの採取要領を図 5 に示す。

図 3

図 4 断面硬さ分布

表 2 溶接した素材の機械的性質

	機械的性質	
	引張強さ (N/mm ²)	0.2% 耐力 (N/mm ²)
肉盛した素材	591	418
購入材 (ミルシート値)	538	386

図 5 テストピース採取要領

表 2 からは肉盛りした素材の強度は元の素材と比較して同等以上であり、溶接による素材の強度低下は認められない。

3) 溶接による残留応力の調査

連続蒸解釜の胴体部と同様の条件にするため、四隅

図6 深さ方向残留応力分布

を拘束して肉盛り溶接したテストピースに歪みゲージを取付し、表面と断面における開放歪みを測定した。

その結果、肉盛り層と母材にかかる応力分布面積は等しくなり、実機で問題となる歪みは発生しないことが判った（図6）。

3. 今回オーバーレイ施工にあたり最大限重視した開発ポイント

連続蒸解釜の胴体部オーバーレイ施工にあたり当社が開発過程で最大限にポイントをおいた点は以下の項目である。

- 1) 生産性を考え、施工工期を最大限に短縮する。
  - (1) 連続蒸解釜の内径に合わせた自動昇降式ステージを開発し、オーバーレイ装置の組立・解体、溶接面の検査・補修を短時間で施工（図7、図8）。
  - (2) 1回当たり高さ3mまで施工できる自動溶接装置開発と当該設備の配置替え時間を短時間で施工できるように開発。

上記の工法により溶接スピードに制約される自動溶接以外の作業は最大限に短縮が可能となり、今年3月に110m²（高さ6mH）施工した実績では連続蒸解釜高圧洗浄後より142時間でオーバーレイを施工完了した。今後この工期は溶接スピードアップと溶接仕上げ作業の軽減を目的とした自動溶接機の改良によりさらに短縮できる見込みである。

2) 作業の安全性を確保する。

今まで鋼管材または丸太にて連続蒸解釜内に足場を組み立てていたが、修理点検作業では昇降に労力を有するとともに、足場の強度の問題と転落の危険性を有していた。当社では昨年9月より連続蒸解釜専用に自動昇降式ステージをメーカーと協同開発し、転落の危険性がなく動力で昇降し、全面的洗浄・修理・点検・一圧検査ができるようにした。この自動昇降式ステージは、どのサイズの連続蒸解釜にも適用可能であり、高い安全性を確保し、定期修理の工期短縮に効果を表している。

図7 連続蒸解釜オーバーレイ施工概要図

4. 今後の技術展開について

今回施工したSUS309Lオーバーレイを2002年9月に表面状態と摩耗状況に異常のないことを検証した。また運転条件にもよるが、SUS304Lクラッド鋼も海外の技術資料では年間約0.43mm摩耗すると報告されている。

今後さらに摩耗・耐食に優れた溶接材料を開発し、クラッド鋼も含めた連続蒸解釜の減肉を最小限にし、設備の延命化を進める。

また自動昇降式ステージの機能を活用し、ステンレスプレートによるライニング溶接線の点検・修理だけでなく自動洗浄装置の設置および自動肉厚測定器を設

図 8 連続蒸解釜オーバーレイ施工状況

置し、定期修理時間のさらなる短縮と労力の低減を図る考えである。

5. おわりに

2001 年よりオーバーレイ工法の開発を始め、2002 年 3 月に自動昇降式ステージを使用した当社独自の工法を完成させることができた。現在、このオーバーレイ工法と溶接装置について特許を出願中である。短い工期による生産性の向上と省力化に効果が高いこのオーバーレイ工法と自動昇降式ステージには製紙業界以外

からも多くの問い合わせがあり、数件の導入計画を進めているところである。

今後さらに耐摩耗・耐腐食性の高い材料を開発し、国内の連続蒸解釜の延命化に役に立てるよう鋭意努力していく所存である。

最後に、装置の指導および施工を受け入れていただいた大王製紙株式会社と技術開発に協力いただいた日鉄ハード株の方々に紙面を借りて厚くお礼申し上げます。

連続蒸解釜オーバーレイ工法の開発について

ダイオーメンテナンス株式会社 開発部 伊藤 雅章

今まで国内では炭素鋼で製作された連続蒸解釜は薬品及びチップによる腐食・摩耗により減肉が発生するため、延命化対策としてステンレスプレートによるライニングを実施してきた。しかしステンレスプレートによるライニングは溶接部の腐食および熱応力による亀裂が発生する可能性が高く、従来より改善が望まれていた。今回大王製紙株式会社の NKP 連続蒸解釜の延命化対策として肉盛溶接（オーバーレイ）を当社と日鉄ハード㈱で協同開発し、2002 年 3 月に洗浄ゾーン 110 m² を施工した。当社のオーバーレイ工法の特徴は以下の 2 点である。

① 施工工期を最大限に短縮

自動昇降式ステージを使用することで、オーバーレイ装置の組立・解体、溶接面の検査が短時間で施工可能となった。

② 高い作業安全性を確保

従来の鋼管材、丸太による足場に比べ、転落の危険性がなく動力で昇降できる自動昇降式ステージにより安全に連続蒸解釜内全面の洗浄・修理・点検が可能となった。

今後、従来の SUS 304 L クラッド鋼の摩耗にも対応できる溶接材料も開発し、安全に、短い工期で国内の製紙会社に連続蒸解釜の延命化対策を提供していく。

(本文 51 ページ)

クラフトパルプ工程用新規薬剤

サンノブコ株式会社 研究総括部 吉内 圭吾

クラフト法は非常に優れたパルプの製造方法であるが、最大の欠点は、蒸解によるパルプの収率が低いことである。この欠点を改善すべく、アントラキノン誘導体やポリサルファイド系の化合物がパルプの収率向上薬剤（蒸解助剤）として幅広く使用されている。“蒸解促進剤”は、これら蒸解助剤の優れた機能を促進する薬剤であり、使用することによりパルプの収率をさらに上げることができる。また、蒸解助剤はリグニンの分解作用も有するため、本蒸解促進剤の使用によりパルプのカッパー価をさらに低下させることもできる。

蒸解後の漂白方法には多段漂白法が採用されており、中でも酸素漂白工程と晒工程を採用している所が大半を占めている。晒工程では、塩素が主な漂白薬品として使用されているが、この使用はダイオキシン発生の原因となりうるため、環境問題の観点からみると、今後は塩素の使用量を減少させていくことが好ましい。“酸素漂白促進剤”は、酸素漂白工程における漂白性を向上、すなわち脱リグニン率を向上させる薬剤である。これにより、塩素のみならず、苛性ソーダ、二酸化塩素など、晒工程で使用されている漂白薬品の消費量を減少させることができる。さらに、この効果発現に伴い、晒工程から排出される排水中の全有機物塩素化合物量の低下による排水処理費用低減効果も期待される。

これらはいずれもクラフト法において有用であり、将来が期待される薬剤である。

(本文 55 ページ)