

高温プラント部材の 余寿命診断に関連する技術開発

わが国では1970年代の高度成長期に数多くのプラント、とりわけ火力発電プラントが数多く製造・建設され、運転開始した。それらのプラントが更新の時期を向かえており、適切な判断の下、更新していくことが安全性と経済性の面から重要である。そのため種々の余寿命診断技術が開発されており、すでに多くの報告がなされている*1)。本「こべるにくす」においても、すでにレビューが報告*2)*3)されている。

したがって本稿ではすでに報告されている余寿命診断技術については触れず、最近、コベルコ科研がお客様と実施した火力発電部材の余寿命診断に関連する、経年劣化・余寿命診断・寿命延長に関連する技術開発について簡単に紹介することとする



材料評価事業部
材料技術部

土山 友博

C-1 蒸気タービン車室の補修溶接*4)

背景

蒸気タービン車室は大型の鋳造材であるため、製造時に鋳造欠陥が内在していたり、その欠陥をなくすために補修溶接が実施されている。そのため、高温で長時間使用中に内在欠陥部からき裂が成長したり、補修溶接熱影響部(HAZ)からき裂が新たに発生したりすることがある。その場合、定期点検時にグラインダ等でき裂を削り込み、除去して再度使用に供されるが、これが繰り返されて必要肉厚(TSR)を削り込むことになると使用できなくなる。き裂を除去するために削り込んだ部分を補修溶接することができれば必要肉厚を確保できる。また、この補修溶接をオンサイトで実施することができれば非常に大きなコストメリットも生じる。

実施例

溶接後の後熱処理(SR)を必要としない方法としてテンパービード法が従来から使用されている。この方法は第一層をバタリング溶接した後に、ビードをグラインダで半分削り、第二層溶接時の熱で母材HAZ部にテンパー効果を付与することにより、SR処理を省略するという方法である。

しかしテンパービード法はビードを削り半分にする必要があるため、その精度を確保することは困難である。今回適用した方法は、第1図に示

すように初層をバタリングした後、TIGトーチで溶融状態にまで加熱することによりHAZ部にテンパー効果を与える方法であり、この方法で溶接HAZ部の残留応力が低くなることがわかった。

第1表に試験板(32mm厚さ x 220mm幅 x 250mm長さ)にリメルト法を適用した試験片の残留応力を通常の溶接ままと比較して示す。HAZ部の残留応力は75MPaであり非常に低い値を示した。

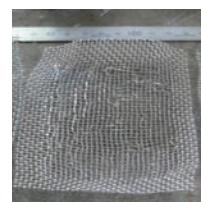
さらに確実に残留応力を低減する方法として、ピーニングおよびバーナ加熱についても試験実施し確認した。特にピーニングについては、金網を介して打痕することにより表面部の極端な圧縮応力発生緩和および金網の観察により打痕位置の確認やピーニング程度の確認が視覚的に可能であり、第1表に同時に示すように残留応力低減に有効であることを確認した。第2図に金網ピーニング後の金網状況を示す。金網の損傷状況によりピーニング状況を理解することができる。

これらの方法を適用して、実機廃材となった車室に補修溶接し、大型クリープ破断試験(平行部: 40×60mm)および低サイクル疲労試験を実施したところ、問題のない特性を有することを確認した。本技術開発は北海道電力(株)総合研究所と実施したものであり、北海道電力(株)から特許出願中である(特願2009-52338)。

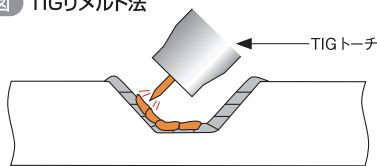
第1表 リメルト法の溶接部残留応力測定結果 (MPa)

方法	HAZ	溶接金属
リメルト法	75	23
なし	373	284
リメルト+ 金網ピーニング	-140	-155

第2図 金網ピーニング後の金網状況



第1図 TIGリメルト法



C-2 粉末試料による電解抽出技術

背景

低合金鋼では高温長時間使用により炭化物が種々変化しその組成も変化していくため、これらをパラメー

タとして経年劣化を診断し、ひいては余寿命診断も可能であると思われる*4)。

従来の電解抽出法ではブロック状試験片が必要で

参考文献

- *1) たとえば、R.Viswanathan 著 増山不二光ら翻訳:高温機器部品の損傷メカニズムと寿命評価, (1993), 日刊工業新聞社
*2) 高野正義: こべるにくす Vol.4, (1995), APR
*3) 本間克彦: こべるにくす Vol.4, (1995), OCT
*4) 長谷川聡: 電気評論6号 (2010)p.66

あり、実プラントからの試験片採取には難があった。

実施例

第3図に開発した技術と従来法を比較して示す。従来技術では電解抽出残渣から炭化物の種類や組成を分析するにはブロック状の試験片を採取し、電解抽出する方法が一般的であった。ブロック状試験片をプラント部材から採取すると痕跡が残りがちで好ましくない。

新しく開発した方法は粉末試料で電解抽出する方法であるため、部材からグラインダ(リユータ)等で採取した粉末試料1~2g程度を電解抽出し、残渣の同定および化学成分分析が可能である。

磁石を装着した純鉄の電極に採取した粉末試料を

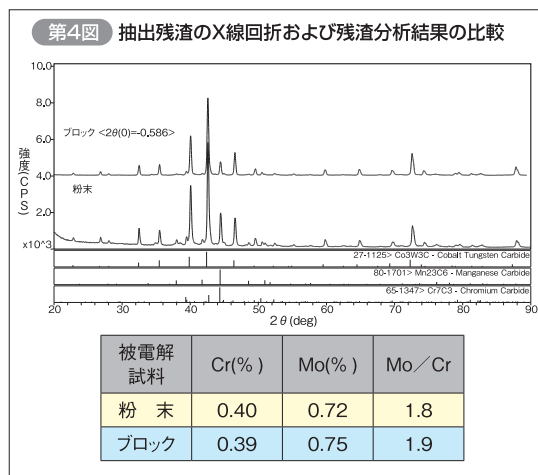
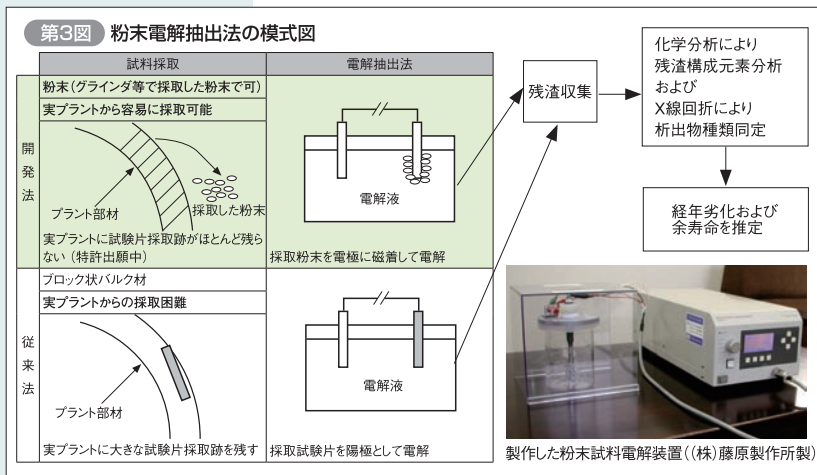
磁着させて純鉄電極ごと電解させて、残渣を採取する。純鉄電極からはほとんど残渣は生じないため、残渣は粉末からのものである。

第4図に同一熱履歴サンプルを従来法および粉末法で実施した結果を比較したものである。

残渣のX線回折結果および分析結果ともにほぼ同等の値を示し、粉末法が十分実用化に耐える技術であることが確認された。

以上の結果から、粉末電解抽出法から低合金鋼高温部材の経年変化を捉えることが可能である。

本技術は(株)四国総合研究所と当社で共同出願されている(特許出願2005-318642)。



C-3 溶射皮膜剥離特性評価

背景

火力発電部材では溶射等の表面処理を施して耐食性や耐熱性を改善した部材が種々使用されている。溶射皮膜等の表面処理は母材との剥離特性が重要な特性であるため、これを比較的簡単に再現性よく評価する技術が求められている。

実施例

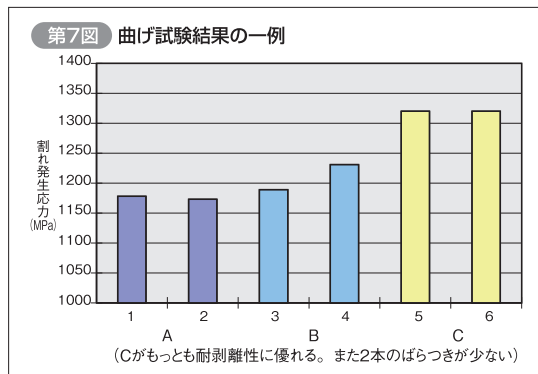
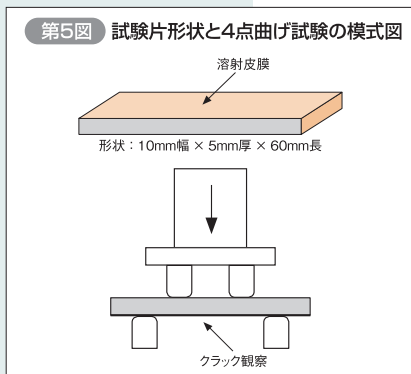
以下に、当社で実施した4点曲げ試験による評価例を紹介する。

第5図に試験片形状と4点曲げ試験の模式図を示す。片側に溶射した板状試験片を用いて、4点曲げ試験を実施した。溶射面をビデオで連続的に観

察して割れ発生時期を求め、そのときの発生応力および発生ひずみを求め、曲げ剥離強さを評価した。

第6図にこのような曲げ試験で剥離が発生した瞬間の写真を示す。また第7図に3種類の溶射材の割れ発生応力を比較した例を示す。C材が最も高い応力で剥離したことから剥離特性が優れることがわかる。また各2本の試験結果にバラツキが比較的小さく再現性が良い試験結果が得られている。

なお、ビデオで観察されるマクロな割れの前のよりミクロな割れをとらえるためにAEセンサーを試験片に装着することも可能である。



以上、最近コベルコ科研がお客様のご要望により実施した火力発電部材の余寿命診断に関連する技術開発例3件をご紹介させていただいた。余寿

命診断技術は今後ますます重要性を増すものと思われ、お客様のニーズにこたえる技術開発を実施していきたい所存である。