



蒸気タービン車室・弁き裂補修技術に関する研究について

火力発電所の蒸気タービン車室・弁（鋳鋼）の内面には、起動・停止に伴う熱疲労や運転中の熱応力によるクリープが原因となりき裂が発生する。き裂を研削除去すると肉厚が減少するため、現場で肉盛溶接し肉厚を回復する方法が求められていた。このため、鋳鋼部材に対して溶接後熱処理なしでも必要な高温強度を有する溶接方法（ニッケル合金溶接）を開発し、実機蒸気止弁に施工する実証試験を実施した。

1. まえがき

火力発電所の蒸気タービン車室・弁（鋳鋼）の内面には、起動・停止に伴う熱疲労や運転中の熱応力保持によるクリープが原因となりき裂が発生する。発生したき裂は定期検査時に研削し、肉厚が規定値以下になると車室・弁の取替が必要となる。（図1）

肉厚を回復させるには、き裂研削後に肉盛溶接補修を行い、その後、溶接時の硬化による溶接割れを防ぐため、炉に入れて溶接後熱処理を行う必要がある。

しかし、蒸気タービン車室のような大型部材は、炉に入れるため工場に持ち帰る必要があり、運搬や配管切り離しに多くの費用がかかることが問題となる。

工場に持ち帰らず現場でヒーターにより部分的に溶接後熱処理を行う方法や、溶接後熱処理の代わりに初層溶接後に溶接トーチで加熱するリメルト法（図2）等があるが、炉に入れる溶接後熱処理と同程度の強度は得られていない。

そこで、現場で溶接補修できるよう、鋳鋼部材に対して溶接後熱処理なしでも必要な高温強度を有する溶接方法を開発した。

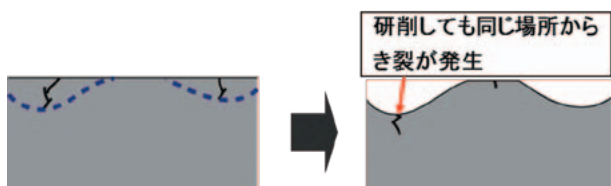


図1 き裂研削概略図

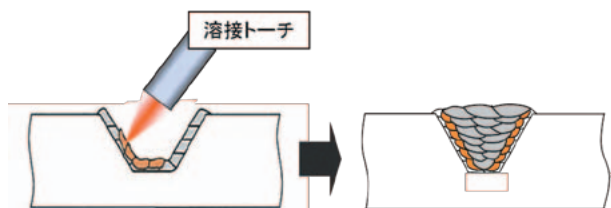


図2 リメルト法概略図

2. 評価試験

(1) 溶接補修方法の選定

溶接後熱処理を必要としない溶接方法として、ニッ

キーワード：鋳鋼，溶接補修，ニッケル合金溶接

ケル合金溶接とリメルト法を選定し、比較対象の工場修理法（炉に入れて溶接後熱処理を行う方法）と合わせた3種類について評価試験を行った。

各溶接手法の特徴は以下のとおりである。

- ①ニッケル合金溶接：硬化が少ないため現場溶接に適する。
- ②メルト法：溶接熱影響部（HAZ部）の硬化を防ぎ、残留応力を除去するため、初層溶接後に溶接トーチで加熱する。
- ③工場修理法：HAZ部の硬化、残留応力による割れを防ぐため、炉に入れて溶接後熱処理を実施する。

(2) 高温強度評価

実機使用していた弁の廃材に3種類の溶接を行った溶接継手試験片を作製し、高温疲労試験、クリープ疲労試験を行った。

3. 評価結果

図3に高温疲労試験、クリープ疲労試験での破断繰返し数を示す。ニッケル合金溶接は、工場修理法の約1/2の破断繰返し数であった。この破断繰返し数を、当社開発のき裂進展予測プログラムに当てはめた結果、次回定期検査までの修理として適用可能と判断した。

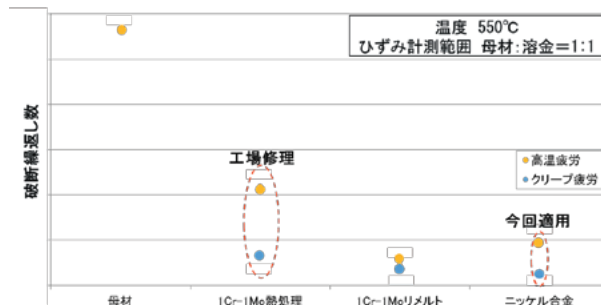


図3 高温疲労・クリープ疲労試験破断繰返し数

4. 実機模擬試験

ニッケル合金溶接の施工性と溶接変形による影響を確認するため、蒸気タービン車室の廃材に溶接補修を行う実機模擬試験を行った。

(1) 施工性確認

施工の困難な上向き溶接 (図4) で、施工性を確認した。その結果、熱処理なしという欠陥が発生しやすい溶接においても、PT検査、超音波検査 (図5) により欠陥がないことを確認した。



図4 車室廃棄材を用いた実機模擬試験

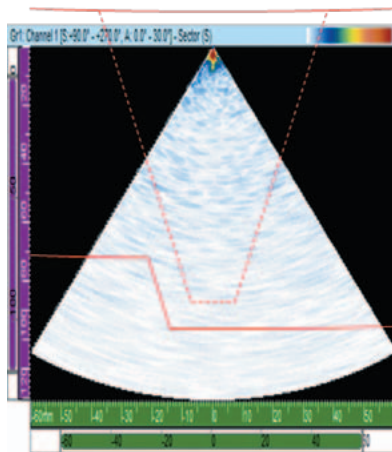


図5 超音波検査結果

(2) 溶接変形確認

溶接補修部に近接するフランジ面について、溶接前後の変形量を測定した結果、許容範囲内にあった。

5. 実機実証試験

実機模擬試験の結果が良好であったため、実機蒸気止弁を溶接補修し、施工性や運転後の状況を確認する実機実証試験を行った。

(1) 施工性確認

蒸気止弁内部に発生したき裂の溶接補修を行った (図6)。施工の難しい狭い弁内での溶接であったが、PT検査で欠陥がないことを確認した (図7)。

(2) 溶接変形確認

溶接補修部に近い弁体との当たり面について、溶接前後の変形量を測定した結果、許容範囲内にあった。また、弁体の摺り合わせも問題なく、問題となる変形がないことを確認した。



図6 蒸気止弁のき裂補修

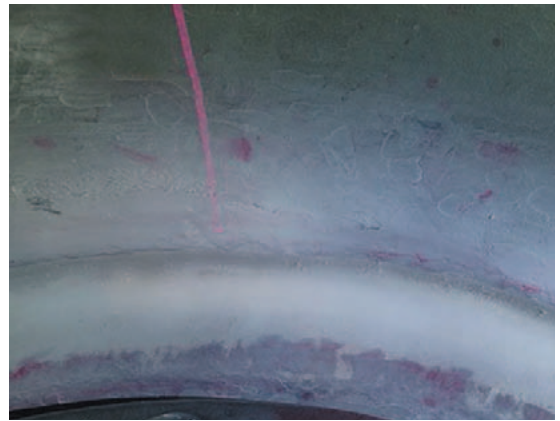


図7 補修溶接後の状況

(3) 運転後の確認

約2年間運転した時点で溶接補修部の状況を確認した。き裂が再発生していたが想定範囲内であった。

6. あとがき

鋳鋼部材に対して溶接後熱処理なしでも必要な高温強度を有する溶接方法 (ニッケル合金溶接) を開発し、実機蒸気止弁に施工する実証試験を実施した。

蒸気止弁内部の狭い環境でも欠陥がなく施工可能であり、溶接変形量も許容範囲内であった。また、約2年間運転後も、再発するき裂は想定範囲内であり、低合金鋳鋼の応急修理に適用可能と評価した。

本手法が活用され、補修コスト低減に寄与することを期待します。

中国電力(株)
エネルギー総合研究所
機械システムグループ
松村 栄郎

専門分野：機械、金属材料
主な担当業務：火力設備材料関係

