

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-296986

(P2005-296986A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int.Cl.⁷

B23K 31/00

F I

B23K 31/00

D

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2004-115000 (P2004-115000)
 (22) 出願日 平成16年4月9日(2004.4.9)

(71) 出願人 000006655
 新日本製鐵株式会社
 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
 (74) 代理人 100097995
 弁理士 松本 悦一
 (74) 代理人 100074790
 弁理士 椎名 彊
 (72) 発明者 井上 健裕
 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株
 式会社技術開発本部内
 (72) 発明者 石川 忠
 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株
 式会社技術開発本部内

最終頁に続く

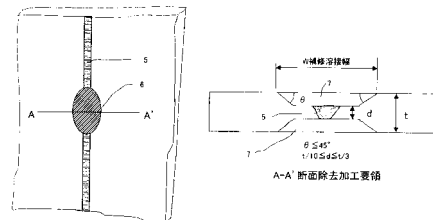
(54) 【発明の名称】 耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の補修溶接方法

(57) 【要約】

【課題】 万一、溶接継手に脆性き裂が発生した場合に、補修溶接部にて脆性き裂の伝播を防止して溶接構造体の致命的な破断を防止できる溶接構造体の補修溶接方法を提供する。

【解決手段】 突合せ溶接継手に発生した脆性き裂の伝播を妨げる耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の補修溶接方法であって、溶接部に沿って脆性き裂が伝播する可能性のある溶接継手の、脆性き裂を停止させたい領域に対し、該領域の突合せ溶接継手の一部を、両表面よりガウジング、あるいは機械加工により、板厚中心部を板厚の1/10以上かつ1/3以下残存させながら部分的に除去した後、該除去部分に破壊靱性の優れた溶接材料で補修溶接を実施することにより、突合せ溶接継手に沿って伝播している脆性き裂を当該突合せ溶接部から逸らせて母材部に脆性き裂を導きだすことを特徴とする、耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の溶接方法。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

突合せ溶接継手に発生した脆性き裂の伝播を妨げる耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の補修溶接方法であって、溶接部に沿って脆性き裂が伝播する可能性のある溶接継手の、脆性き裂を停止させたい領域に対し、該領域の突合せ溶接継手の一部を、両表面よりガウジング、あるいは機械加工により、板厚中心部を板厚の $1/10$ 以上かつ $1/3$ 以下残存させながら部分的に除去した後、該除去部分に破壊靱性の優れた溶接材料で補修溶接を実施することにより、突合せ溶接継手に沿って伝播している脆性き裂を当該突合せ溶接部から逸らせて母材部に脆性き裂を導きだすことを特徴とする、耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の溶接方法。

10

【請求項 2】

前記溶接部の部分的な除去に際し、除去加工部端部と鋼板表面とのなす角度を 45° 以下とすることを特徴とする、請求項 1 に記載の耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の溶接方法。

【請求項 3】

前記溶接部の部分的な除去に際し、除去加工部部分の表面での幅を、溶接ビード幅と板厚との和以上とすることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、突合せ溶接継手に発生した脆性き裂の伝播を妨げる耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の補修溶接方法に関する。

具体的には、厚板を用いて大入熱溶接を適用した溶接構造物の溶接継手に発生する可能性のある脆性き裂の伝播を妨げる耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の補修溶接方法に関するものであり、建築構造物や土木鋼構造物等の安全性を向上させうる技術に関する。

【背景技術】

【0002】

鋼構造物を建造するためには溶接を用いることが必須であるが、建造コストを低減させたり建造能率を向上させる目的で、大入熱溶接が広く適用されている。特に、鋼板の板厚が増大すると、溶接の工数が飛躍的に増加するため、極限まで大入熱で溶接しようとする要求が高い。

30

しかし、大入熱溶接を適用すると、溶接熱影響（HAZ）部の靱性値が低下し、HAZ 部の幅も増大するため、脆性破壊に対する破壊靱性値が低下する傾向にある。

そのため、大入熱溶接を適用しても HAZ 部の破壊靱性が低下しにくい鋼材として、たとえば特許文献 1、2 等で開示されている発明がなされている。これらの発明では脆性破壊の発生に対する抵抗値である破壊靱性値は向上されているため、通常の使用環境では脆性破壊する可能性は極めて低く抑えられているが、地震や構造物同士の衝突、といった事故、災害等の非常時に万一脆性破壊が発生してしまうと、脆性き裂は HAZ 部を伝播し、大規模な破壊に至る危険性が有る。

40

これまで、板厚 25 mm 程度の TMC P 鋼板等が使用されている溶接継手では、脆性き裂が発生しても、溶接部の残留応力により、脆性き裂が溶接継手部から母材側に逸れていくので、母材のアレスト性能を確保しさえすれば、万一、溶接継手部で脆性き裂が発生しても母材で脆性き裂を停止できると考えられてきた。

【0003】

しかしながら、鋼構造物が大型化することで、より板厚の大きい鋼板が使用されるようになり、また構造を簡素化するためにも鋼板の厚肉化が有効であるため、設計応力が高い高張力鋼の厚鋼板が使用されるようになってきている。このような厚鋼板では、溶接継手部の破壊靱性の程度によっては、脆性き裂が母材に逸れることなく、溶接継手部の熱影響域に沿って伝播することが本発明者の 8000 トン大型試験機による大型破壊試験により

50

明らかとなった。

本発明者らによる鋼板の脆性破壊に係る試験によれば、板厚 50 mm 以下の鋼板に、図 1 に示すように、鋼板の溶接継手部と交差するように隅肉溶接により骨材（補強板）を取り付けると、鋼板に脆性き裂が発生しても骨材により脆性き裂の伝播が止められて（アレスト）、鋼板の破断に至らないことも多い。

しかし、板厚が 50 mm を超え、70 mm 程度と板厚が厚くなると、骨材が取り付けられていても、骨材とは無関係に、母材に逸れることなく、HAZ 部あるいは溶接金属部に沿って脆性き裂が伝播してしまうことのあることを知見した。

【特許文献 1】特開平 06 - 088161 号公報

【特許文献 2】特開昭 60 - 245768 号公報

10

【非特許文献 1】Kiyoshi Tanaka, et al., "A New Wide Plate Arrest Test (SCA Test) on Weld Joints of Steel for Low Temperature Application," ASTM STP 905, 1986, pp. 22 - 40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

そこで、本発明は、万一、突合せ溶接継手に脆性き裂が発生した場合に、溶接部にて脆性き裂の伝播を防止して溶接構造体の致命的な破断を防止できる溶接構造体の補修溶接方法を提供することを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明者らは、溶接構造体において、特定の補修溶接を行うことによって、溶接継手の脆性き裂伝播を防止して大規模破壊を未然に防止することができることを見出し本発明を完成したものであり、その要旨とするところは、下記のとおりである。

(1) 突合せ溶接継手に発生した脆性き裂の伝播を妨げる耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の補修溶接方法であって、溶接部に沿って脆性き裂が伝播する可能性のある溶接継手の、脆性き裂を停止させたい領域に対し、該領域の突合せ溶接継手の一部を、両表面よりガウジング、あるいは機械加工により、板厚中心部を板厚の $1/10$ 以上かつ $1/3$ 以下残存させながら部分的に除去した後、該除去部分に破壊靱性の優れた溶接材料で補修溶接を実施することにより、突合せ溶接継手に沿って伝播している脆性き裂を当該突合せ溶接部から逸らせて母材部に脆性き裂を導きだすことを特徴とする、耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の溶接方法。

30

(2) 前記溶接部の部分的な除去に際し、除去加工部端部と鋼板表面とのなす角度を 45° 以下とすることを特徴とする、上記(1)に記載の耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の溶接方法。

(3) 前記溶接部の部分的な除去に際し、除去加工部部分の表面での幅を、溶接ビード幅と板厚との和以上とすることを特徴とする、上記(1)または(2)に記載の耐脆性き裂伝播性に優れた溶接構造体の溶接方法。

【発明の効果】

40

【0006】

本発明によれば、万一、溶接継手に脆性き裂が発生した場合に、溶接部にて脆性き裂の伝播を防止して溶接構造体の致命的な破断を防止できる溶接構造体の補修溶接方法を提供することができ、産業上有益な著しい効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

本発明を実施するための最良の形態について図 2 乃至図 4 を用いて詳細に説明する。

図 2 は、本発明の溶接方法を適用する鋼板の突合せ溶接継手を示す図である。図 2 にあって、5 は突合せ溶接継手、6 は補修溶接部を示す。本発明の補修溶接は、図 2 に示すような、脆性き裂が伝播する可能性のある突合せ溶接継手 5 において、脆性き裂を停止させ

50

る領域に対し、当該領域の突合せ溶接継手の一部をガウジング、あるいは機械加工により除去した後、当該部分に破壊靱性の優れた溶接材料で補修溶接を実施することを特徴とする。溶接継手にて発生した脆性き裂は、突合せ溶接継手 5 を伝播するが、脆性き裂を停止させる領域に対し、当該領域の突合せ溶接継手の一部をガウジング、あるいは機械加工により除去した後、当該部分に破壊靱性の優れた溶接材料で補修溶接を実施することによって、この部分の靱性を高くしてき裂の伝播を防止することができる。

【 0 0 0 8 】

図 3 は、本発明の溶接方法に用いる補修溶接部の詳細図である。図 3 において、5 は突合せ溶接継手、6 は補修溶接部、7 は溶接部除去加工部を示す。本発明者等は、脆性き裂が伝播する可能性のある突合せ溶接部 5 において、除去加工部の形状を変えて実験を行い、除去加工部に残存板厚（図 3 の d）があるほうが、耐脆性き裂伝播性に優れることを見出した。これは、除去加工部を板厚中心部で板厚の $1/10$ 以上かつ $1/3$ 以下残存させることにより、脆性き裂の伝播位置を板厚中央部では母材熱影響部の細粒部とすることが可能となるため、溶接部での耐脆性き裂伝播性が向上し、脆性き裂を母材に逸らすことができるためである。また、除去加工部に残存板厚がある場合、補修溶接の施工上、溶接金属の裏側への溶け落ち等を防止するため、施工性が上がり溶接部の特性も向上する。本発明者等は、除去加工に際し片側からの施工と両側からの施工を比較する実験を行い、両側からの加工の方が耐脆性破壊伝播性に優れていることを見出した。

これと類似の現象は、非特許文献 1 において、溶接部の耐脆性破壊伝播性について、同等の鋼板と溶接材料の組み合わせで、片側からの溶接である V 開先と両側からの溶接である X 開先を比較した場合、両表面からの溶接である X 開先の方が良好であることが示されている。

【 0 0 0 9 】

本発明者らは、種々の実験の結果、除去加工部端部と鋼板表面とのなす角度が溶接部の耐脆性き裂伝播性に大きく影響することを見出した。これは、脆性き裂は、主応力方向に垂直な経路を取る傾向があり、そのため、通常開先が傾いた継手の場合は、き裂の経路が部分的に母材にそれる傾向があることによると考えられる。例えば、溶接部の耐脆性破壊伝播性は、同等の鋼板と溶接材料の組み合わせの場合、溶接線が鋼板表面法線方向と一致するレ型開先や K 開先より、溶接線が鋼板表面法線方向との角度が傾いている V 開先や X 開先の方が良好であることが知られている。これは脆性破面の面積を増加させることにより、脆性破壊の伝播に要するエネルギーを増加させ、伝播抵抗を上げることによると考えられる。

本発明者等は、実験の結果、除去加工部端部と鋼板表面との角度を 45° 以下とすることにより、溶接部での耐脆性き裂伝播性が向上し、脆性き裂を母材に逸らすことができることを見出した。

【 実施例 】

【 0 0 1 0 】

突合せ溶接部の一部に、ガウジング等により溶接部の一部を削除し、その部分に補修溶接を施し、その補修溶接部が脆性き裂の伝播を阻止しうる性能を発揮できるか否かを種々の試験を行った。試験にあたっては、直進してくる脆性き裂を阻止しうるか否かを評価するため、図 4 に示すように、 $2500\text{ mm} \times 2500\text{ mm}$ の鋼板を用い、その試験片中央部に種々の除去加工をガウジングまたは機械加工にて行い、補修溶接をした試験片を作製した。そして、その試験片端部から 200 mm の位置に楔を挿入して脆性き裂を発生させるための V 字の切り欠き加工を突き合わせ溶接部（エレクトロガス溶接による大入熱溶接継手）のフュージョンラインに一致するように施し、試験片端部を -40 程度の低温に冷却し、試験片中央部を -10 にコントロールして、所定の応力を負荷した後、V 切り欠き部に楔を打ち込み、脆性き裂を発生させ、突合せ溶接部のフュージョンラインに沿って、脆性き裂を伝播させた。伝播した脆性き裂が、付加溶接部に到達した後、その脆性き裂が伝播するか否かを評価した。

【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

本発明の実施例を表 1 に示す。No. 1 ~ No. 11 は、本発明に従って、溶接部を除去して補修溶接を行った本発明例であって、いずれの実施例も、耐き裂伝播性が良好であった。伝播位置が FL (Fusion Line) とは、き裂が溶融線に沿って伝播したことを示し、停止とは、き裂が補修溶接領域内で停止したことを示し、停止位置が母材とは、き裂が補修溶接領域内を伝播し母材に逸れて停止し、破断しなかった。

一方、No. 12 ~ No. 17 は比較例であって、No. 14 ~ No. 17 は溶接部の除去および補修溶接を行ったが、残存板厚 d 、除去加工部角度、除去加工部幅 W が本発明の範囲外のため、き裂が伝播した。即ち、No. 12 及び No. 13 は残存板厚が 0 で除去角度が大きすぎたためき裂が溶融線に沿って伝播した。また、No. 14 及び No. 15 は残存板厚が 0 で除去幅が小さすぎたためき裂が溶接金属に伝播した。また、No. 16 及び No. 17 は、溶接部の除去および補修溶接を行わなかったため、突合せ溶接部で発生させた脆性き裂が、その溶接継ぎ手に沿って伝播し、試験片が真っ二つに破断した。

10

20

30

40

50

| | NO. | 突合せ溶接継ぎ手 | | | 溶接補修溶接 | | | | | 耐き裂伝播性 | | | |
|------|-----|----------|--------|---------|--------|-------|-------|---------------|--------------|---------------|------|----|------|
| | | 鋼種 | 板厚(mm) | 溶接方法 | 除去方法 | 幅(mm) | 溶接方法 | 除去加工 角度(°) | 残存板厚 (mm) | HI (kJ/mm) | 伝播位置 | 結果 | 停止位置 |
| 本発明例 | 1 | YP40 | 50 | EG | ガウジンザ | 58 | CO2溶接 | 30 | 5 | 2.5 | FL | 停止 | 母材 |
| | 2 | YP32 | 40 | EG | 機械加工 | 67 | CO2溶接 | 40 | 4 | 2.2 | WM | 停止 | 母材 |
| | 3 | YP36 | 25 | EG | ガウジンザ | 56 | CO2溶接 | 40 | 2.5 | 2.8 | FL | 停止 | 母材 |
| | 4 | SM570 | 45 | EG | ガウジンザ | 63 | SMAW | 35 | 4.5 | 2.2 | FL | 停止 | 母材 |
| | 5 | YP40 | 35 | CO2 | ガウジンザ | 53 | CO2溶接 | 30 | 3.5 | 3 | FL | 停止 | 母材 |
| | 6 | HT80 | 45 | FCB | ガウジンザ | 49 | SMAW | 25 | 4.5 | 2.9 | WM | 停止 | 母材 |
| | 7 | YP32 | 40 | SAW | ガウジンザ | 67 | CO2溶接 | 40 | 4 | 4 | FL | 停止 | 母材 |
| | 8 | YP36 | 20 | FAB | ガウジンザ | 47 | CO2溶接 | 35 | 2 | 4.2 | FL | 停止 | 母材 |
| | 9 | YP40 | 45 | SAW | ガウジンザ | 75 | SMAW | 45 | 4.5 | 2.8 | FL | 停止 | 母材 |
| | 10 | YP40 | 65 | VEGA-II | ガウジンザ | 77 | CO2溶接 | 40 | 6.5 | 3.2 | WM | 停止 | 母材 |
| | 11 | HT80 | 80 | VEGA-II | 機械加工 | 88 | SMAW | 45 | 8 | 2.8 | FL | 停止 | 母材 |
| 比較例 | 12 | YP40 | 50 | EG | ガウジンザ | 90 | CO2溶接 | 60 | - | 2.8 | FL | 伝播 | - |
| | 13 | YP40 | 25 | FCB | 機械加工 | 100 | CO2溶接 | 80 | - | 2.3 | FL | 伝播 | - |
| | 14 | HT80 | 45 | FCB | ガウジンザ | 60 | SMAW | 40 | - | 2.5 | WM | 伝播 | - |
| | 15 | YP32 | 40 | EG | 機械加工 | 80 | SMAW | 30 | - | 2.5 | WM | 伝播 | - |
| | 16 | YP36 | 65 | VEGA | なし | - | - | - | - | - | WM | 伝播 | - |
| | 17 | YP40 | 65 | VEGA-II | なし | - | - | - | - | - | WM | 伝播 | - |

【表 1】

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】骨材を配置した溶接構造体を示す図である。

【図 2】補修溶接を施した溶接構造体を説明する図である。

【図 3】脆性き裂伝播を防止するための溶接構造体の溶接方法を示す図である。

【図 4】本発明の実施例に用いた試験片を示す図である。

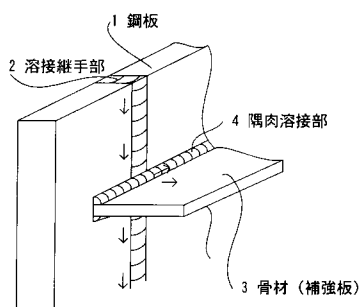
【符号の説明】

【 0 0 1 3 】

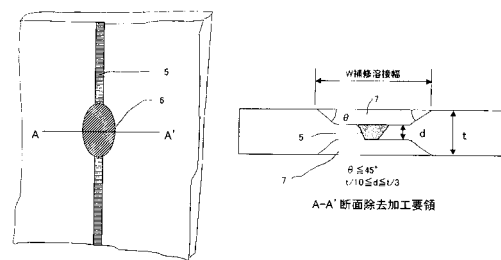
- 1 鋼板
- 2 突合せ溶接継手部
- 3 骨材（補強材）
- 4 隅肉溶接部
- 5 突合せ溶接継手
- 6 補修溶接部
- 7 除去加工部、
- 8 切欠き

10

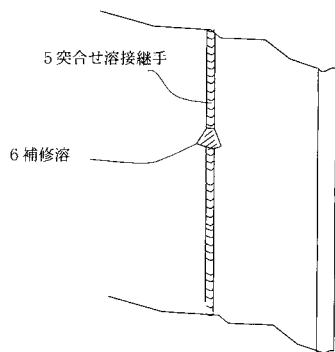
【図 1】



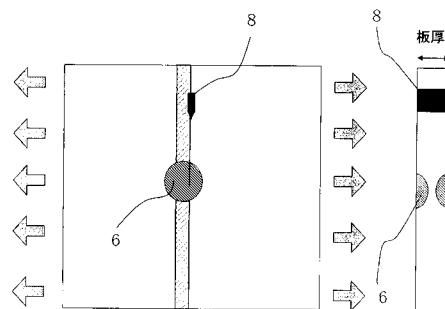
【図 3】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 小関 正
千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
- (72)発明者 島貫 広志
千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内