

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4229289号
(P4229289)

(45) 発行日 平成21年2月25日(2009. 2. 25)

(24) 登録日 平成20年12月12日(2008. 12. 12)

(51) Int.Cl.		F I		
G 2 1 C	3/324	(2006. 01)	G 2 1 C	3/30 G D F H
G 2 1 C	3/33	(2006. 01)	G 2 1 C	3/30 B
G 2 1 C	21/02	(2006. 01)	G 2 1 C	21/02 N

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2005-278012 (P2005-278012)	(73) 特許権者	505374783
(22) 出願日	平成17年9月26日(2005. 9. 26)		独立行政法人 日本原子力研究開発機構
(65) 公開番号	特開2007-86010 (P2007-86010A)		茨城県那珂郡東海村村松4番地49
(43) 公開日	平成19年4月5日(2007. 4. 5)	(74) 代理人	100096862
審査請求日	平成17年9月26日(2005. 9. 26)		弁理士 清水 千春
		(72) 発明者	上羽 智之
			茨城県東茨城郡大洗町成田町4002 核燃料サイクル開発機構 大洗工学センター内
		(72) 発明者	鶴飼 重治
			茨城県東茨城郡大洗町成田町4002 核燃料サイクル開発機構 大洗工学センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ラップ管とハンドリングヘッドとの接合構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フェライト鋼製六角管状ラップ管上端に、20%冷間加工オーステナイト系ステンレス鋼からなる六角管状継ぎ手を機械接合し、この継ぎ手上端に、オーステナイト系ステンレス鋼製ハンドリングヘッドをTIG溶接により接合するラップ管とハンドリングヘッドとの接合構造であって、

前記六角管状継ぎ手は、前記ラップ管と同等の肉厚寸法を有し上記ラップ管内に嵌合される嵌合部と、上記ラップ管より厚い肉厚寸法を有し上記ラップ管上端面に載置される肩部を備えた肉厚部とからなり、上記ラップ管内に嵌合された前記嵌合部と上記ラップ管とが前記機械接合されていることを特徴とするラップ管とハンドリングヘッドとの接合構造

10

【請求項2】

前記ラップ管は、下記組成のPNC-FMS鋼製であるとともに、前記継ぎ手は、20%冷間加工SUS316鋼製であり、かつ

前記嵌合部と上記ラップ管との機械接合は、ネジ止めによるものであることを特徴とする請求項1に記載のラップ管とハンドリングヘッドとの接合構造。

(PNC-FMS鋼の組成)

C	: 0.09~0.15	Cr	: 10.0~12.0
Si	: ≤0.10	Mo	: 0.30~0.70
Mn	: 0.40~0.80	W	: 1.70~2.30

20

P : ≤ 0.030	V : $0.15 \sim 0.25$
S : ≤ 0.030	Nb : $0.020 \sim 0.080$
Ni : $0.20 \sim 0.60$	N : $0.030 \sim 0.070$

残部：Feおよび不可避不純物

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高速炉燃料集合体用のフェライト鋼製ラップ管と、オーステナイト系ステンレス鋼製ハンドリングヘッドとの異材接合構造に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

高速炉用燃料集合体は、六角管状のラップ管内に、スパーサワイヤが巻装された多数本の燃料ピンを収束して構成された燃料要素が収納されており、ラップ管の上端には燃料集合体を取り扱う際の取っ手として機能するハンドリングヘッドが接合されている。

【0003】

実用化段階での高速炉の燃料集合体用ラップ管材料としては、耐照射特性に優れたフェライト鋼が有望視されており、一方、ハンドリングヘッドの材質は、耐衝撃性の点からオーステナイト系ステンレス鋼が好ましく使用できるため、フェライト鋼製ラップ管の上端にオーステナイト系ステンレス鋼製ハンドリングヘッドを溶接等により接合する必要がある。

20

【0004】

しかしながら、原子炉内使用中には、ラップ管とハンドリングヘッドとの接合部の温度は $500 \sim 600$ ℃に達するが、フェライト鋼とオーステナイト系ステンレス鋼では熱膨張係数が異なるため、フェライト鋼製ラップ管にオーステナイト系ステンレス鋼製ハンドリングヘッドを接合すると、その異材接合部には熱膨張差を原因とする応力が発生する。

【0005】

この熱膨張差応力に対する異材接合部の健全性を確保するためには、熱膨張差応力がこれらの材料の降伏点を超えないことが必要である。フェライト鋼製ラップ管にオーステナイト系ステンレス鋼製のハンドリングヘッドを溶接する構造とした場合、接合部の熱膨張差応力が材料の降伏点を上回ってしまうため、健全性を確保することができない。したがって、フェライト鋼製ラップ管の実用化のためには、オーステナイト系ステンレス鋼製ハンドリングヘッドとの接合部に生じる熱膨張差応力を緩和できる継ぎ手構造の開発が必要不可欠となる。

30

【0006】

フェライト鋼製のラップ管とオーステナイト系ステンレス鋼製のハンドリングヘッドとを、例えばTIG溶接等により異材溶接した場合、溶接部に脆性を示す δ フェライト相が生成するため、使用期間中に脆性の低下を招く危険がある。

【0007】

そこで本発明の出願人らは、フェライト鋼製のラップ管の上端に、オーステナイト系ステンレス鋼製の短尺管状の溶接継ぎ手を溶接した後、焼ならし処理を施すことによって溶接部で発生した δ フェライト相を消失させた、溶接継ぎ手付きラップ管を提案した（特許文献1参照）。

40

【0008】

この溶接継ぎ手付きラップ管に、オーステナイト系ステンレス鋼製のハンドリングヘッドを溶接すれば、オーステナイト系ステンレス鋼同士を溶接することになり、通常の溶接技術を使用して、機械的性質を満足し得るラップ管とハンドリングヘッドとの異材接合が可能となる。

【0009】

しかしながら、上述したごとき特許文献1による溶接継ぎ手付きラップ管は、その製造過程で、ラップ管上端にオーステナイト系ステンレス鋼製の継ぎ手部分を溶接した後、1

50

0 2 5 °C ~ 1 0 7 5 °C といった焼ならし処理を施す必要がある。

【0010】

【特許文献1】特開2003-149366号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

そこで本発明は、焼ならし処理のごとき熱処理を施すことなく、フェライト鋼製ラップ管とオーステナイト系ステンレス鋼製ハンドリングヘッドの接合部に生じる熱膨張差応力が材料の降伏点を越えることがなく、炉内使用中の異材接合部の健全性を確保することができる、異材接合構造を提供することを目的としてなされたものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0012】

すなわち本発明は、フェライト鋼製六角管状ラップ管上端に、20%冷間加工オーステナイト系ステンレス鋼からなる六角管状継ぎ手を機械接合し、この継ぎ手上端に、オーステナイト系ステンレス鋼製ハンドリングヘッドをTIG溶接により接合するラップ管とハンドリングヘッドとの接合構造であって、前記六角管状継ぎ手は、前記ラップ管と同等の肉厚寸法を有し上記ラップ管内に嵌合される嵌合部と、上記ラップ管より厚い肉厚寸法を有し上記ラップ管上端面に載置される肩部を備えた肉厚部とからなり、上記ラップ管内に嵌合された前記嵌合部と上記ラップ管とが前記機械接合されていることを特徴とするラップ管とハンドリングヘッドとの接合構造である。

20

【0013】

ここで、前記ラップ管を、下記組成のPNC-FMS鋼製とするとともに、前記継ぎ手を、20%冷間加工SUS316鋼製とし、かつ前記ラップ管内に嵌合された前記嵌合部とラップ管とをネジ止めにより機械接合することができる。

(PNC-FMS鋼の組成)

C : 0.09 ~ 0.15	Cr : 10.0 ~ 12.0
Si : ≤ 0.10	Mo : 0.30 ~ 0.70
Mn : 0.40 ~ 0.80	W : 1.70 ~ 2.30
P : ≤ 0.030	V : 0.15 ~ 0.25
S : ≤ 0.030	Nb : 0.020 ~ 0.080
Ni : 0.20 ~ 0.60	N : 0.030 ~ 0.070
残部 : Fe および 不可避不純物	

30

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、フェライト鋼製ラップ管とオーステナイト系ステンレス鋼製ハンドリングヘッドとの異材接合部で原子炉使用中に生じる熱膨張差応力を小さくし、材料の降伏点を越えないようにすることが可能となる。これにより、原子炉使用中での異材接合部の健全性を確保することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0015】

図1および図2は、本発明によるフェライト鋼製ラップ管とハンドリングヘッドとの接合構造の好ましい実施例である。図1は、本発明の接合構造を構成するラップ管1上部、20%冷間加工オーステナイト系ステンレス鋼製継ぎ手2、およびオーステナイト系ステンレス鋼製ハンドリングヘッド3の分解斜視図を示し、図2はこれら構成部材を接合した後の接合構造の断面図を示す。

【0016】

本実施例においては、ラップ管材料のフェライト鋼として、下記化学成分(質量%)からなるフェライトマルテンサイト鋼(以下“PNC-FMS鋼”と称する)を使用した。

C : 0.09 ~ 0.15 Cr : 10.0 ~ 12.0

50

Si : ≤ 0.10	Mo : $0.30 \sim 0.70$
Mn : $0.40 \sim 0.80$	W : $1.70 \sim 2.30$
P : ≤ 0.030	V : $0.15 \sim 0.25$
S : ≤ 0.030	Nb : $0.020 \sim 0.080$
Ni : $0.20 \sim 0.60$	N : $0.030 \sim 0.070$

残部：Feおよび不可避不純物

【0017】

このPNC-FMS鋼は核燃料サイクル開発機構が開発した炉心材料用フェライト鋼で、オーステナイト鋼に比べ耐スエリング性が格段に優れたフェライト系材料の特性を生かしつつ、WおよびMoによる固溶強化とNbおよびVによる析出強化による高温強度の改善を図った材料である。

10

また本実施例においては、オーステナイト系ステンレス鋼としてSUS316鋼を使用した。

【0018】

図3は、PNC-FMS鋼とSUS316鋼の熱膨張係数を比較したものである。このグラフから、SUS316鋼の熱膨張は、PNC-FMS鋼よりも大きいため、PNC-FMS鋼製ラップ管とSUS316鋼製ハンドリングヘッドとを異材接合すると、この熱膨張差による応力が接合部に生じることになる。

【0019】

そこで本発明においては、図1および図2に示したように、PNC-FMS鋼製ラップ管1とSUS316鋼製ハンドリングヘッド3とを、20%冷間加工SUS316鋼からなる継ぎ手2を介して接合している。この継ぎ手2は、ラップ管1と同様に六角管形状とされており、ラップ管と同等の肉厚寸法（3mm程度）を有しラップ管内に嵌合される嵌合部2aと、ラップ管より厚い肉厚寸法を有しラップ管上端面に載置される肩部2cを備えた肉厚部2bとを有している。継ぎ手の嵌合部2aとラップ管1とは、ネジ4等を用いて固定する構造により機械接合される。図示の例では、ラップ管1と同等の肉厚寸法を有する継ぎ手嵌合部2aの長さは約100mmであり、したがって、ラップ管1と継ぎ手2との接合部Aは約100mmとされている。

20

【0020】

さらに、ラップ管1に機械接合された20%冷間加工SUS316鋼製継ぎ手2の上端に、SUS316鋼製ハンドリングヘッド3を、例えばインコネル系の溶加材を用いてTIG溶接5することにより、継ぎ手2を介してのラップ管1とハンドリングヘッド3との本発明による異材接合構造を形成することができる。

30

【0021】

かくして得られたラップ管1とハンドリングヘッド3との接合構造は、原子炉内使用期間中に、接合部Aに熱膨張差が生じる。この熱膨張差により、接合部Aでは、PNC-FMS鋼製ラップ管1には引張応力が、20%冷間加工SUS316鋼製継ぎ手2には圧縮応力が加わるようになる。しかしながら、本発明においては、PNC-FMS鋼製ラップ管1に機械接合する20%冷間加工SUS316鋼製継ぎ手2の肉厚寸法を、ラップ管1と同等にしているため、接合部Aにおける熱膨張差をラップ管1と継ぎ手2が互いに変形することによって吸収し、応力を緩和することができる。もし、継ぎ手嵌合部2aの肉厚を大きくし、ラップ管1だけで熱膨張差を吸収する構造とした場合には、ラップ管1側に生じる応力が降伏点を超過してしまうことになる。

40

【0022】

さらに本発明において、継ぎ手材料を20%冷間加工SUS316鋼とした理由は、最終冷間加工を施していないSUS316鋼を使用した場合には、降伏点が低く応力が降伏点を超過してしまうからである。20%冷間加工SUS316鋼とすることにより、SUS316鋼の降伏点を熱膨張差応力よりも高くすることができる。なお、PNC-FMS鋼製ラップ管の降伏点は20%冷間加工SUS316鋼の降伏点と同等以上であり、熱膨張差応力よりも高くなるので問題はない。

50

【0023】

また本発明において、PNC-FMS鋼製ラップ管と20%冷間加工SUS316鋼製継ぎ手との接合をネジ止めのごとき機械接合とする理由は、以下の通りである。すなわち、前記特許文献1のように、PNC-FMS鋼製ラップ管と20%冷間加工SUS316鋼製継ぎ手とを溶接した後、焼ならし熱処理を施した場合には、熱処理によりSUS316鋼継ぎ手の冷間加工組織が回復してしまう。ハンドリングヘッド接合部では原子炉内使用時の温度が600℃程度と高く、かような温度によって接合部に生じる熱膨張差応力は、冷間加工組織が回復したSUS316鋼継ぎ手の降伏点を超過してしまうため、健全性を確保できなくなる。このような理由により、本発明においては、PNC-FMS鋼製ラップ管と20%冷間加工SUS316鋼製継ぎ手との接合を機械接合とする必要がある。

10

【0024】

図4は、接合部Aに生じる熱膨張差を弾性解析によって求め、PNC-FMS鋼、20%冷間加工SUS316鋼、冷間加工無しのSUS316鋼の各設計降伏点（ S_y ）と比較したグラフである。このグラフから、600℃以下では、接合部Aの相当応力（周方向の熱膨張差応力）が、PNC-FMS鋼および20%冷間加工SUS316鋼の設計降伏点を下回っていることがわかる。原子炉内においては、ハンドリングヘッドとラップ管との接合部は600℃以下であるため、接合部の健全性は確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の接合構造を構成するラップ管上部、継ぎ手、およびハンドリングヘッドの各構成部材の分解斜視図である

20

【図2】図1の構成部材を接合した状態の本発明接合構造の実施例を示す断面図である。

【図3】ラップ管材料のPNC-FMS鋼とハンドリングヘッド材料のSUS316鋼の熱膨張係数を比較したグラフである。

【図4】本発明の接合部に加わる応力と各材料の強度を比較したグラフである。

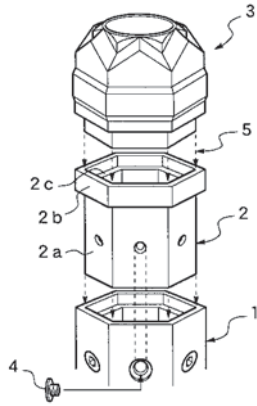
【符号の説明】

【0026】

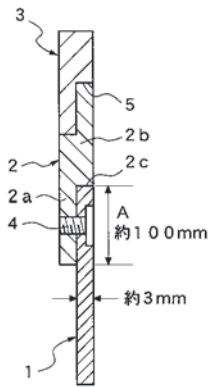
- 1：ラップ管
- 2：継ぎ手
- 2a：嵌合部
- 2b：肉厚部
- 2c：肩部
- 3：ハンドリングヘッド
- 4：ネジ
- 5：TIG溶接

30

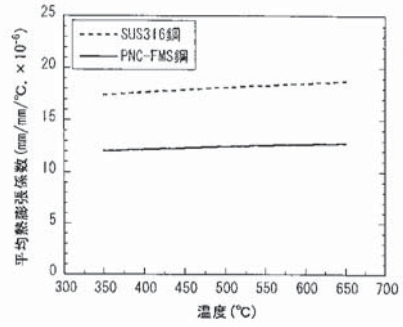
【図1】



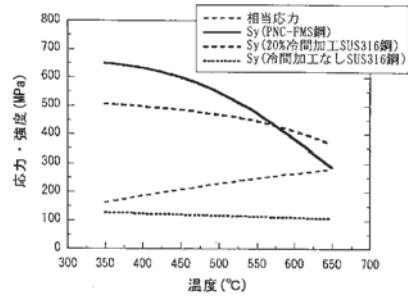
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 石谷 行生

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002 核燃料サイクル開発機構 大洗工学センター内 株式会社
NESI所属

審査官 青木 洋平

(56)参考文献 特開2002-022872 (JP, A)

特開平05-333177 (JP, A)

特開昭57-166591 (JP, A)

特開2003-149366 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21C 3/30

G21C 21/02