

Title	配管の施工過程に伴う残留応力および材料組織の変化挙動とSCC発生・進展に及ぼす影響に関する研究
Author(s)	伊原, 涼平
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27560
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

[142]

氏名	伊原涼平
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第26208号
学位授与年月日	平成25年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学位論文名	配管の施工過程に伴う残留応力および材料組織の変化挙動と SCC 発生・進展に及ぼす影響に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 望月 正人 (副査) 教授 南 二三吉 教授 藤本 慎司 教授 才田 一幸

論文内容の要旨

第1章では、原子力発電プラントの配管等に顕在化している応力腐食割れに関して、応力腐食割れを有する構造物の寿命評価法について述べるとともに、その発生に対して重要な因子である残留応力に注目し、より詳細な寿命評価を行うためには、表面機械加工後の溶接といった配管の施工過程を考慮した残留応力分布評価の重要性を示した。

第2章では、配管の内面仕上げ等を目的として施される表面機械加工により発生する残留応力分布、および残留応力分布に及ぼす表面機械加工条件の影響の把握を行った。その結果、被削表面においては引張残留応力を示し、表面機械加工条件の影響は表面残留応力に大きく影響することを確認した。

第3章では、表面機械加工後の溶接といった加工を施した場合の残留応力分布の変化余量の把握を行った。その結果、残留応力分布は施工とともに変化し、溶接部近傍において極大残留応力を示すこと明らかにした。さらに、硬さ分布測定および組織観察を行うことにより、施工過程に伴う残留応力分布の変化に対して溶接熱サイクルにより生じる回復・再結晶に伴う硬さ変化が重要な因子であることを示した。

第4章では、熱サイクルに伴う硬さ変化を加算則として整理するとともに数値解析に適用することにより、施工過程に伴う残留応力変化挙動の評価法の構築を行った。数値解析結果は実験結果と精度良く一致することを確認した上で、極大残留応力は表面加工層が残存する領域において溶接時の残留応力生成機構により発生することを明らかにした。

第5章では、沸騰水型原子力発電プラント模擬環境下において低ひずみ速度引張試験を行うことにより、応力腐食割

れ発生過程に対して確率論的な検討を行った。その結果、き裂深さの確率密度分布の時間変化を応力、時間を関数として表すとともに、応力腐食割れ進展過程に達するまでの時間、および進展過程に達した時点でのき裂深さの確率密度分布を見積もった。

第6章では、配管の溶接接合過程を対象とした数値解析により配管に存在する残留応力分布を得るとともに、得られた残留応力分布および第5章の結果を用いて、応力腐食割れの発生および進展過程を考慮したき裂進展解析を行った。その結果、応力腐食割れの発生から進展までを考慮した寿命評価を行う際には、配管の施工過程を考慮することが重要であることを示した。

第7章では、本論文を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、配管の施工過程に伴う残留応力および材料組織の変化挙動と SCC 発生・進展に及ぼす影響に関するものであり、次の7章で構成されている。以下に各章の概要を示す。

第1章では、原子力発電プラントの配管等に顕在化している応力腐食割れに関して、応力腐食割れを有する構造物の寿命評価法について述べるとともに、その発生に対して重要な因子である残留応力に注目し、より詳細な寿命評価を行うためには、表面機械加工後の溶接といった配管の施工過程を考慮した残留応力分布評価の重要性を示している。

第2章では、配管の内面仕上げ等を目的として施される表面機械加工により発生する残留応力分布、および残留応力分布に及ぼす表面機械加工条件の影響の把握を行い、被削表面においては引張残留応力を示し、表面機械加工条件の影響は表面残留応力に大きく影響することを確認している。

第3章では、表面機械加工後の溶接といった加工を施した場合の残留応力分布の変化余量の把握を行い、残留応力分布は施工とともに変化し、溶接部近傍において極大残留応力を示すこと明らかにするとともに、硬さ分布測定および組織観察を行うことにより、施工過程に伴う残留応力分布の変化に対して溶接熱サイクルにより生じる回復・再結晶に伴う硬さ変化が重要な因子であることを示している。

第4章では、熱サイクルに伴う硬さ変化を加算則として整理するとともに数値解析に適用することにより、施工過程に伴う残留応力変化挙動の評価法の構築を行い、解析結果は実験結果と精度良く一致することを確認した上で、極大残留応力は表面加工層が残存する領域において溶接残留応力生成機構により発生することを明らかにしている。

第5章では、沸騰水型原子力発電プラント模擬環境下において低ひずみ速度引張試験を行うことにより、応力腐食割れ発生過程に対して確率論的な検討を行い、き裂深さの時間変化を応力、時間を関数として表すとともに、応力腐食割れ進展過程に達するまでの時間、および進展過程に達した時点でのき裂深さの確率密度分布を見積もっている。

第6章では、配管の溶接接合過程を対象とした数値解析により配管に存在する残留応力分布を得るとともに、得られた残留応力分布および第5章の結果を用いて、応力腐食割れの発生および進展過程を考慮したき裂進展解析を行い、応力腐食割れの発生から進展までを考慮した寿命評価を行う際には、配管の施工過程を考慮することが重要であることを示している。

第7章では、本論文を総括している。

以上のように、本論文は配管の施工過程に伴う残留応力および材料組織の変化挙動と SCC 発生・進展に及ぼす影響に関して独自の手法で解明したものであり、学術的に重要な成果を有している。また、本研究で用いている力学と材料科学の両面からの評価手法は広く生産科学分野への応用が期待され、さらなる工学的発展も期待できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。