

学位論文内容の要旨

積雪寒冷地である北海道東部沿岸地域において溶接構造物の塩害や凍害による被害が問題となっている。塩害は、融雪剤として散布される塩化カルシウム等の塩化物を多く含んだ凍結防止剤、あるいは沿岸地域では強風によって運ばれる海水飛沫によって生じる。また凍害は、雪氷により構造物に接した水分が、冬期の昼夜間の寒暖の差により凍結融解を繰り返すことによって生じる。このような環境下の事例として、道内の温泉施設における Type 304 (以下 SUS304) 製タンクの溶接部近傍の腐食事例や海水域 SUS304 製ゲート設備の溶接部腐食が報告されている。オーステナイト系ステンレス鋼の腐食については、溶接部近傍の応力腐食割れ、粒界腐食、孔食に代表される局部腐食に関する研究が古くから行われてきたが、塩害と凍害の複合環境下で使用されたときの腐食の様相は未だ十分に解明されていない。

そこで本研究では、溶接されたオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 の溶接熱影響部の凍結融解腐食環境下における孔食型腐食の発生・進展の様子から孔食型腐食促進に及ぼす腐食因子を検討した。腐食因子としては応力腐食割れの主要因である環境因子、応力因子ならびに材料組織因子に分け、孔食進展要因を明らかにすることを研究の目的とした。その結果、環境因子としては、 $+20^{\circ}\text{C}$ 恒温よりも $+20^{\circ}\text{C}$ から -20°C に繰り返し温度変動する凍結融解の方が孔食型腐食進行度は大きいことが明らかとなった。その原因として凍結融解に伴う腐食液の変化の影響が推測された。検証実験により、腐食液の凍結・融解過程における局所的濃度上昇と局所的濃度差に起因する濃淡電池腐食が、SUS304 の溶接構造物の孔食型腐食を進展させる可能性を明らかにした。さらに、凍結融解の 1 サイクル時間を変化させた実験を行い、局所的濃度上昇と局所的濃度差が生じた固液混相状態の連続性が孔食型腐食促進に影響を与えることを明らかにした。また、溶接材に生じる大規模な孔食型腐食は溶接ビート近傍に集中したが、この領域は溶接による引張残留応力が高く、かつ熱影響による鋭敏化領域であった。そこで、応力要因と材料組織要因のどちらが孔食型腐食促進の主要因であるのか、孔食電位に着目して検証した。その結果、凍結融解環境下にある溶接材の孔食型腐食は材料組織の鋭敏化が孔食の発生要因であり応力が促進要因であることがわかった。

論文審査結果の要旨

積雪寒冷地において溶接構造物の塩害や凍害による被害が問題となっている。塩害は、融雪剤として散布される塩化カルシウム等の塩化物を多く含んだ凍結防止剤、あるいは沿岸地域では強風によって運ばれる海水飛沫によって生じる。また凍害は、雪氷により構造物に接した水分が、冬期の昼夜間の寒暖の差により凍結融解を繰り返すことによって生じる。しかしながら、一般に用いられる溶接された Type304 オーステナイト系ステンレス鋼を塩害と凍害の複合環境下で使用したときの孔食型腐食の進展挙動については十分に解明されていない。

本研究は、溶接された Type304 オーステナイト系ステンレス鋼の溶接熱影響部の凍結融解腐食環境下における孔食型腐食の発生・進展の様子から腐食進展に影響を及ぼす因子（環境、材料、応力）を検討したものである。環境因子については、+20℃恒温よりも+20℃から-20℃に繰り返し温度変動する凍結融解環境の方が孔食型腐食の進展が早いことを明らかにした。その原因として腐食液の凍結・融解過程における局所的濃度上昇と局所的濃度差に起因する濃淡電池腐食が孔食型腐食を進展させる可能性を明らかにした。また、溶接によって生じる残留応力（応力因子）と材料組織鋭敏化（材料因子）のどちらが孔食型腐食進展の主要因であるか孔食電位に着目して検証し、溶接熱影響部の孔食型腐食は材料組織の鋭敏化が発生要因であり引張残留応力が促進要因であることを明らかにした。

本研究は積雪寒冷地で利用される Type304 オーステナイト系ステンレス鋼の溶接構造物の機械的信頼性向上を検討する上で有用な知見を与え、その寄与するところ大である。よって、申請者は北見工業大学博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。