

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○古君 修、鈴木 重治

Ph. D. 中野 善文

1. 緒言: LNG貯蔵タンク用鋼材である9% Ni 鋼には、安全性の観点から母材、溶接部ともに低温での高靱性が要求される。この要求を満たす方法として、P、Sの低減、Moの添加などが考えられるが、これら元素の影響を定量的に調べた実験は少ない。本実験では、Pを0.001~0.013%、Sを0.0008~0.0050%と変化させた試料およびMoを0.008~0.10%添加した試料について、母材の強度、靱性、溶接部の靱性を調査したので、その結果を報告する。

2. 実験方法: 焼入れ-焼もどし(Q-T)処理、2回焼ならし-焼もどし(N-N-T)処理した母材の強度、靱性におよぼすP、S、Mo量の影響を、インストロン引張試験およびシャルピー衝撃試験により調査した。焼もどし後の冷却方法は、Q-T処理の場合は水冷、空冷、炉冷の3種類とし、N-N-T処理の場合は水冷、空冷とした。つぎに、Q-T処理の水冷材に入熱量30KJ/cmで溶接した時のボンド部に相当する再現溶接熱サイクルを与えた試料、さらに570℃、2hrのSR処理を行った試料について靱性を調査した。SR処理の冷却条件は、800~500℃を200℃/hr、40℃/hrで冷却する2条件とした。

3. 実験結果: Fig. 1に、Q-T処理における母材の-196℃での吸収エネルギーとP量の関係を示す。焼もどし後の冷却が遅いほど、P量の影響が顕著になる。炉冷材のシャルピー破面を電顕観察した結果、脆性破面のうち粒界破面はわずかでへき開破面が主体であった。さらに、水冷材でもPの影響が認められることから、9% Ni 鋼におけるPの影響は粒界脆化のみに起因するものではないことがわかる。

母材強度は、P量の増加とともに上昇する。すなわちQ-T処理ではPの固溶強化により強度が上昇するのに対し、N-N-T処理ではPによる焼入性増加に伴なり強度上昇が固溶強化に重畳する。

Fig. 2に、溶接部の-165℃での吸収エネルギーとP量の関係を示す。溶接ままではP量の影響はわずかであるが、SR処理を行うとP量の増加とともに靱性は劣化する。この現象はSR時のPの粒界偏析に起因する。Pを0.001%まで低減してもSR時の冷却を遅くすると脆化するの、溶接部で旧オーステナイトが粗大化しているためと考えられる。

一方、Moの添加は母材強度を上昇させ靱性を向上させることがわかった。

また、S量は母材強度に影響をおよぼさないが、S量を低減すると吸収エネルギーは顕著に増加する。この現象は、延性破壊の発生および伝播に要するエネルギーがS量の低減により増加するためである。

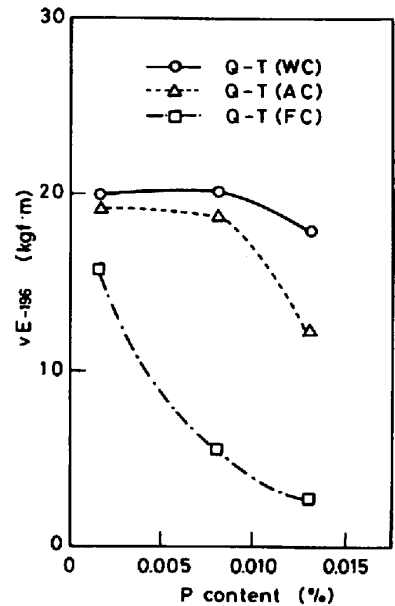


Fig.1 Effect of P content on toughness of quenched and tempered 9% Ni steels

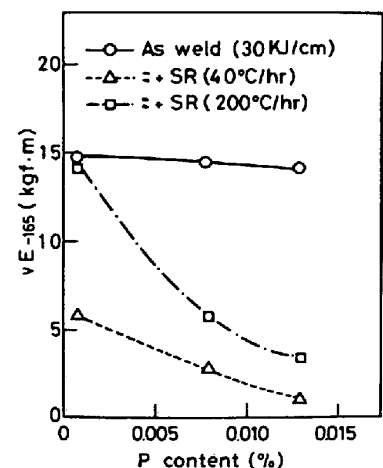


Fig.2 Effect of P content on toughness of simulated weld bonds of 9% Ni steels