

(378) 高張力鋼溶接部の硬さと応力腐食割れについて —硫化水素($\approx 100\text{ppm}$)海水中での硬さと割れ—

新日本製鐵(株) 製品技術研究所 ○谷口 至良
工作事業部 片屋 信彦

1. 緒言

溶接構造用高張力鋼は他の鋼材と共に石油エネルギー源の開発につれて種々の分野でその用途を拡大しているが常に大きな問題の一つとして使用条件が厳しくなりその環境で硫化水素が伴うことである。雰囲気中の硫化水素の存在により鋼中に生ずる割れについては従来数多くの研究が報告、発表されていて例えば強度の高い場合と低い場合の割れ形態、メカニズムの明らかな差や、比較的強度の高い材料での硫化水素濃度と割れ硬さ限界なども報告されている。一方、海洋構造物の溶接部などでは鋼材の強度は低い、溶接方法によっては硬さの高い部分が生じ、汚染海水中での硫酸塩還元菌による硫化水素で応力腐食割れ発生可能性がある。本報告はこのような状況で溶接構造物が使用される場合の溶接部硬さと割れ発生について、特に海洋構造物用鋼材として最も一般的な HT50 における結果について述べる。

2. 供試材および実験方法

供試材は SM50, BS4360-50D, ASTM A633-C などの HT50 の 9 鋼種 (板厚 25~30mm) で溶接最終パスを想定してビードオンプレート (圧延方向に直角) により Toe 部の硬さを $H_v(10) \approx 300 \sim 400$ の 4 段階になるように溶接条件を選定した。溶接まま、余盛つきでビードに直角の小型 4 点曲げ試験片 ($5^t \times 18^w \times 115^l$) で定ひずみ曲げ試験を行った。付加応力は母材の σ_{ys} とし雰囲気 (ASTM 人工海水 + 100ppm H_2S) をベースに酢酸、酢酸ソーダで $\text{pH}=5.4$, $\text{pH}=3.1$ にし 500 時間浸漬しその間定期的に割れの観察を行った。又、実際の製作を考え母材に予ひずみを与えたあと溶接したものも行った。

3. 実験結果

- ①海水 + 100ppm H_2S 中では $H_v(10) \approx 380 \sim 410$ であっても 1,000 時間の浸漬では割れは生じなかった。又、海水のみでは Toe 部に 5000 μ のひずみを与えても 10,000 時間の定荷重曲げで $H_v(10) \approx 380$ で割れなかった。
- ②促進試験液 (酢酸 + 酢酸ソーダによる $\text{pH}=5.4$, ベース 海水 + 50~100ppm H_2S) では図 1 にみるように硬さ $H_v(10) \approx 370$ 以上で割れを生ずるものがあり 370 未満では全く割れを生じていない。一方、0.5% 酢酸により $\text{pH}=3.1$ とすると図 2 に示すようにその割れ限界硬さは $H_v(10) \approx 300$ に低下する。尚これらの割れ限界硬さは C_{eq} と若干の関係がありそうで C_{eq} の低下とともに限界硬さはやや上昇の傾向がみられる。溶接前に 2%, 5% の予ひずみを加えると Toe 部の硬さが上昇する傾向にあり場合によっては $H_v(10) \approx 30$ 程度増加する。しかしこのように硬さの上昇した部分が必ずしも同じ割れ感受性を有してはいない。
- ③材料が HT50 で σ_{ys} が低いこともあるが均質材や従来の HT60, HT80 などに比べて硬さだけの点からみて割れ感受性が低いことがわかる。つまり HT50 の場合は H_2S を含む汚染海水中で部分的にかなり高い硬さであっても割れ発生はおこらない。

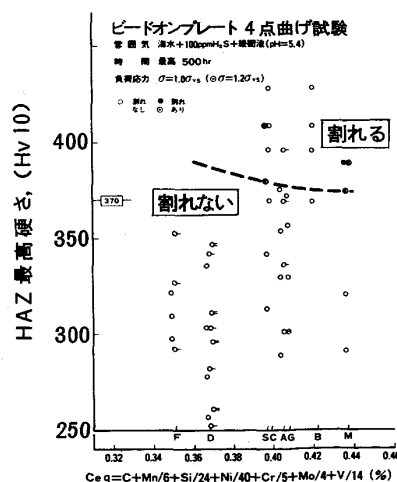


図 1 汚染海水 ($\text{pH}=5.4$) での HT50 の硬さと割れ

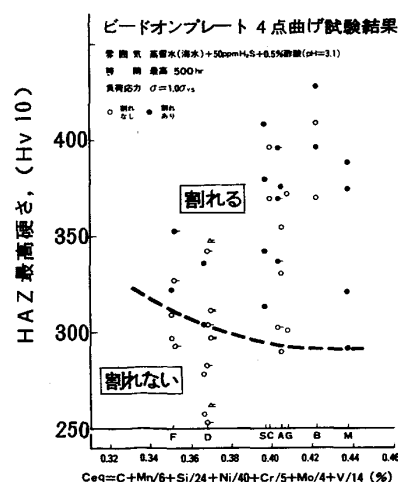


図 2 汚染海水 ($\text{pH}=3.1$) での HT50 の硬さと割れ