

(630) 油井用鋼の硫化物応力割れ感受性に及ぼす油井環境条件の影響

新日本製鐵株式会社 第二技術研究所 ○宮坂 明博 飯野 牧夫

1. 結 言

サワーガス環境下における油井管の硫化物応力割れ (SSC) に対する環境条件の影響については、従来 R.D.Kane¹⁾らの研究があるのみで、それに基づきいわゆる NACE 溶液は実環境のうちもっとも厳しい条件に相当すると一般には理解されている。しかし、SSC に及ぼす環境条件の影響は詳細には調べられておらず、従って実サワーガス環境の厳しさや NACE 溶液と実環境との対応といった点に関する知見は殆んど得られていない。本報告では、代表的な環境因子である H₂S、CO₂ 及び温度の SSC に及ぼす影響を明確にするとともに、実環境の厳しさを明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

Table 1 に成分を示した油井用鋼について各種環境下で Shell 3 点曲げ試験を行なった。試験環境は H₂S + CO₂ 混合ガス飽和人工海水であって、その範囲は $0.5 \leq P_{H_2S} \leq 40$ (atm), $0.5 \leq P_{CO_2} \leq 40$ (atm), $25 \leq T \leq 160$ (°C) である。試験片表面積に対する実効比液量は約 20 cm³/cm² とした。応力レベルを変化させた一定試験片本数の試験結果より SSC 発生限界応力 σ_{cr} を求めた。なお、SSC 発生の有無は目視により判定した。後述の理由により試験時間は 96 h とした。

3. 主要な試験結果

- (1) 通常の試験時間である 336 h で破断した試験片のうち 99% 以上は 96 h 以内に破断しており、試験時間としては 96 h で充分であると考えられる。
- (2) σ_{cr} でみた SSC 感受性は温度の上昇とともに急速に減少する (Fig. 1)。これは温度上昇による鋼中への侵入水素量の減少の寄与が大きい。SSC 感受性は P_{H₂S} 及び P_{CO₂} の増加とともに増加する。但し、SSC 感受性に及ぼす油井環境条件の影響の度合は鋼種にも依存しており、充分な SSC 対策を施した鋼 D ではみかけ上環境条件の影響は現われない。

- (3) σ_{cr} を尺度とした場合の常圧 H₂S 飽和 pH 調整溶液と等価な高圧 H₂S + CO₂ 飽和人工海水環境領域を Fig. 3 に示す。NACE 溶液は常温付近で P_{H₂S} = P_{CO₂} ≧ 10 atm の環境に対応している。

Table 1 Chemical compositions of specimens

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Nb	V	Al
A	0.26	0.19	0.55	0.018	0.004	1.08	0.22	—	0.042	0.028
B	0.27	0.22	0.57	0.018	0.004	1.16	0.12	—	—	0.033
C	0.19	0.24	1.32	0.015	0.012	—	—	—	0.033	0.030
D	0.18	0.09	1.32	0.010	0.003	0.03	0.13	0.04	—	0.046
E	0.13	0.19	1.41	0.016	0.015	—	—	—	—	0.025

1) R.D.Kane et al.: J. Pet. Tech., 29 (1977) 1483

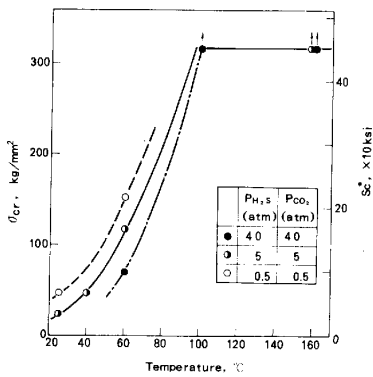


Fig. 1 SSC test results for steel A

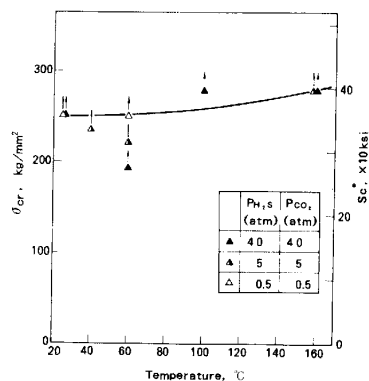


Fig. 2 SSC test results for steel D

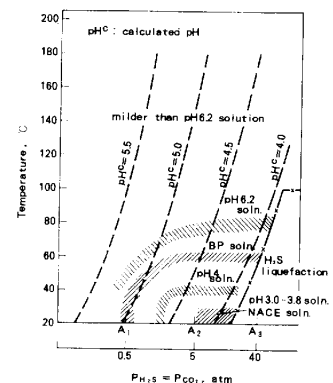


Fig. 3 Correlation between high pressure environments and 1 atm test solutions