

(587) 高温水素雰囲気で使用されるステンレス・オーバーレイの圧力容器の異材境界での水素集積量の簡易評価

日揮(株)技術研究本部材料研 工博 ○鴻巣真二 沢田昇龍
東郷文孝

§ 1 緒言：高温・高圧水素雰囲気中使用するステンレス・オーバーレイ圧力容器（例えば直脱装置，水素化分解装置）での異材境界での剥離割れにはシャットダウン過程でのボンド部への水素の拡散・集積が重要な役割を果たしていることが明らかにされている。^{1) 2)} 本報では，使用温度（ T ℃），水素圧（ P_H kg/cm²），オーバーレイ厚さ（ x_A mm），母材厚さ（ x_B mm）および冷却速度（ C_R °C/hr）を取り入れた簡易式によってボンド部での水素集積量を評価する手法について報告する。

§ 2 解析方法および結果：図1に示される圧力容器壁寸法に対し，拡散方程式を一次元モデルの中心差分による差分方程式により数値解析を行った。固溶限 C_s (ppm)，拡散係数 D (cm²/hr) は(1)式を用い，冷却手順は図2によっている。

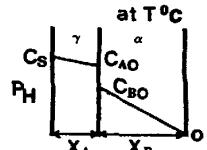


Fig. 1 Steady-state hydrogen distribution in reactor wall

$$C_{eA} = 7.6 \exp(-630/(T+273)) ; C_{eB} = 23.4 \exp(-3257/(T+273)) \quad (> 300^\circ\text{C})$$

$$C_{eB} = 1.8 \exp(-1789/(T+273)) \quad (\leq 300^\circ\text{C}) ; D_A = 2556 \exp(-4555/(T+273)) \quad (> 300^\circ\text{C})$$

$$D_A = 2160 \exp(-5781/(T+273)) \quad (\leq 300^\circ\text{C}) ; D_B = 864 \exp(-2132/(T+273)) \quad (> 150^\circ\text{C})$$

$$D_B = 15480 \exp(-3358/(T+273)) \quad (\leq 150^\circ\text{C}) ; A = \text{オーステナイト相}, B = \text{フェライト相}$$

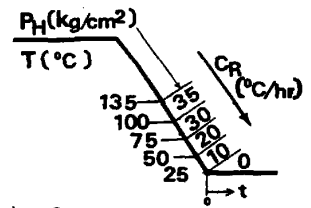


Fig. 2 Normal shut-down procedure

の最大水素濃度 C_{Amax} (ppm) は次式で近似的に表わされる。以下の式で特に明記しない限り C_{eA} , C_{eB} , D_A , D_B は使用温度 T ℃での値を用いる。

$$C_{Amax}(t=240\text{hr}) = a_{240} C_{AO} \quad (2) \quad \text{フェライト側ボンド部 } C_{Bmax}(t=240\text{hr}) = (C_{eB}/C_{eA})_{T=25^\circ\text{C}} C_{Amax} \quad (3)$$

$$C_{AO} = \{ (C_{eA}/C_{eB}) D_A x_B / (D_B x_A + (C_{eA}/C_{eB}) D_A x_B) \} C_s \quad (4) \quad C_s = \sqrt{P_H} \cdot C_{eA} \quad (5)$$

$$a_{240} = (1 - \omega / 2x_B) (D_B / a_3) a_{240}^* \quad (6) \quad P_H = \text{水素圧 (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\omega = a_1 \sqrt{D_B T / C_R} + a_2 \quad (7) \quad C_R = \text{冷却速度 (}^\circ\text{C/hr)}$$

(7)式の ω はボンド部からの距離で水素集積に寄与するフェライト側の領域である。(8)式はフェライト側からオーステナイト側に流入した水素がオーステナイト域を内表面方向に拡散することに対する補正を与えている。(6)~(8)式に含まれる a_i ($i=1, 6$) は室温到達からの経過時間 t と用いる定数に依存するが， $t=240$ hrで，かつ(1)式の定数を用いた場合には表1に示す値となる。簡易評価式の(2)式と差分数値解析解との $C_{Amax}(t=240\text{hr})$ の比較を図3で示したが，両者は良い一致を示している。文献：(1)高田，酒井，浅見；神戸製鋼技報，32(1982)3 P.61 (2)内藤，岡田，渡辺，大西，千葉；JHPI

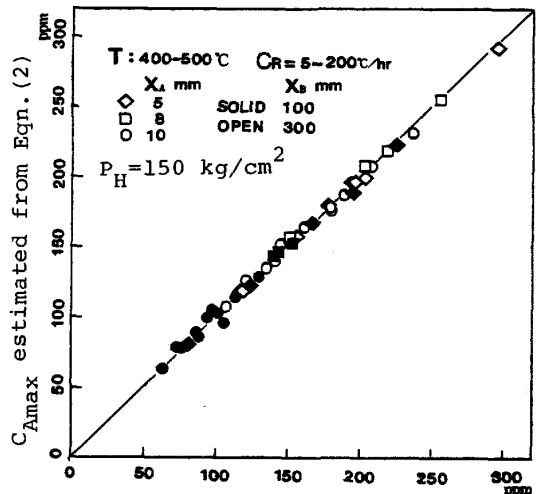


Fig. 3 Comparison between C_{Amax} numerically calculated by difference equation and estimated from Eqn. (2)

Table 1 Value of α_i ($t=240$ hr)

18 (1980) 5,	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
P.263	0.66	10.0	6.0	0.07	0.65	5.0