

(385)

不純ヘリウム中で起るクレビス腐食とクリープ挙動の関係

日本原子力研究所 東海研 ○ 木内 清
近藤 達 男

緒言 ヘリウム冷却高温ガス原子炉ヘリウム中のクリープは、 H_2 、 CO 、 H_2O などからなる低酸化ポテンシャル下で滲炭性成分を含むため、その系特有の環境効果を受ける。著者らは既に温度、試験片形状等によるクリープ挙動の特徴を調べて報告した⁽¹⁾。定常クリープでも長期には様々な影響が見られるが、特に3次クリープ開始以後のポイド、キャビティの形成、進展により表面皮膜保護性が欠落する段階では、破断に到るまでに、粒界亀裂に沿った内部酸化、滲炭に伴う組織変化を急速に生ずる。このような過程は、数百時間程度の比較的短時間のクリープでも観察されることから、おそらく亀裂開口部では、Knightらが腐食の研究⁽²⁾で示した一種のクレビス腐食効果を生み、亀裂先端では、ヘリウム中の微量不純物の濃度や構成が変わり、表面と異った熱力学的条件が作られることと関係があると思われる。大気中の高温疲労あるいは、高温クリープの亀裂進展部分でも、長時間、低応力下に置かれる条件では、亀裂内部の酸化ポテンシャルの低下に助けられ、窒化組織が観察される例も多い。本報はこうした観点から、不純ヘリウム中クレビス条件下の腐食試験を行って、その結果をクリープ試験時の亀裂部の腐食状況、組織変化と比較検討し、クリープ変形に及ぼす環境効果のもう1つの面を考察した。

方法 a) 試験条件; ①環境……表1に示すような不純物を含む多目的高温ガス冷却型原子炉近似ヘリウム、流量2ℓ/min、系圧; 大気圧、試験温度; 900℃ ②素材 TYPE B He-Base mixture composition(μatm)

H_2	H_2O	CO	CO_2	CH_4
200-210	0.8-1.2	100-110	2-3	5-6

③表面仕上げ; 最終3μmダイヤモンドペースト研磨後、脱脂洗浄 b) 装置; クレビスギャブ巾は、0.1, 0.2, 0.3, 0.5mmを用いた。試験後試料は、ESCA, SIMS, SAMの表面分析手段を用いた。また重量変化、EPMA分析結果を基に腐食浸透曲線を得た。

結果 ①クレビス腐食浸透曲線は、Knightらの示したガス拡散モデルに基づく、クレビス内部での H_2O 欠乏—高温酸化速度の低下傾向とよく一致し、クレビスギャブ巾に依存する。②クレビス内壁表面皮膜の組成変化; クレビス内では H_2O の消耗により酸素ポテンシャルが低下し、相対的に滲炭ポテンシャルが増大する傾向が考えられるが、皮膜表面層の形成物元素分析結果でもよい対応が見られる(図1)。ESCAによる示性分析結果からは、クレビス先端でも Cr_2O_3 は安定と判断され、炭化物自体が皮膜表面層に形成される可能性は少ない。一方酸素のピークを見ると、酸化格子の O^{2-} と CO の結合に帰属するピークの2つが見られ、後者のピークはクレビス内部で増大した。又、SIMSによる分析結果から、同じ Cr_2O_3 でも、安定に形成された均一な酸化皮膜内層の Cr_2O_3 では、炭素濃度が著しく低下した。従ってクレビス内部における炭素の合金中への侵入の過程は、おそらく十分に酸素が供給されないために、多孔質となった Cr_2O_3 表面皮膜のポイド表面に CO の形で化学吸着され、ガス拡散の形で合金表面へ供給されている可能性がある。③クレビス腐食とクリープ亀裂部との対応—クレビス内合金—皮膜界面では、 Mo が増大しているのが見られ、クリープ亀裂部の分析結果で見られる Mo を主体とした炭化物形成の事実とよく対応する。

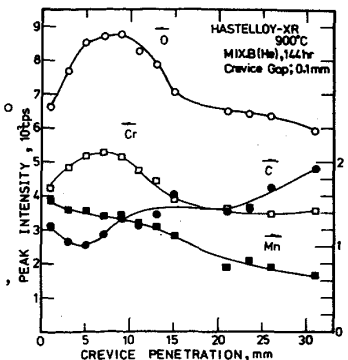


図1

(1)学振123委研究報告19(1978)321, 20(1979)49, (2)AERE-R7924