

(662) 超高压高温ボイラ主蒸気管の損傷部組織調査

石川島播磨重工(株) 技研 寺島久恵, 吉沢広喜, 中代雅士
木原重光, ○大友暁

1. 緒言

タービン入口設計蒸気圧力・温度がそれぞれ $35.2 \text{ kg/cm}^2 \text{G} \cdot 649^\circ\text{C}$ の条件で長時間運転されたフィラデルフィア電力エディントン火力発電所第1号ユニットは、運転開始130,520時間後に主蒸気管の一部にリーク事故が発生した。損傷原因の究明のため使用された材料(316鋼)中の析出物を同定した結果を報告する。

2. 実験方法

主蒸気管の損傷部の析出物を同定するため透過型電子顕微鏡(TEM)による組織観察, 電子線回折およびエネルギー分散X線(EDS)定量分析を行なった。また比較のため健全部においても同様に観察, 分析を行なった。TEM試料は、20%過塩素酸-エチルアルコール溶液を用いて twin-jet 法により電解研磨し薄膜を作製した。観察には H-700H (200kV) を用いた。

3. 結果

損傷部と健全部の金属組織を光学顕微鏡で観察すると損傷部では結晶粒界に塊状の析出物が析出し、粒内には細い炭化物の析出が観察された。また健全部では粒界および粒内に、細い炭化物は認められたが、塊状の析出物は認められなかった。これらの析出物を同定するためTEMで観察すると、損傷部の粒界の塊状析出物は電子線回折の結果よりシグマ相であることがわかり、これはEDS定量分析結果とも一致する。(Fig. 1) 結晶粒内の析出物は $0.2 \mu\text{m}$ 程度の直方体あるいは立方体状の形をとっており、電子線回折の結果は M_{23}C_6 型あるいは M_6C 型炭化物であることがわかったが他の情報から M_{23}C_6 型炭化物であると判定された。(Fig. 2) また粒内析出物としてシグマ相が認められたがその分布密度は非常に小さい。一方、健全部の粒界析出物は電子線回折およびEDS定量分析の結果、高Cr量が認められ M_{23}C_6 型炭化物であると判定した。粒内析出物においては損傷部とほぼ同じ状況で $0.2 \mu\text{m}$ 程度の M_{23}C_6 型炭化物が観察された。Table 1 に析出物の同定結果をまとめた。以上の結果からシグマ相の析出および粗大化がクラックの起点となりこの主蒸気管の割れ原因となったと言える。シグマ相生成の有無は組成より推定したNv値とよい対応を示した。

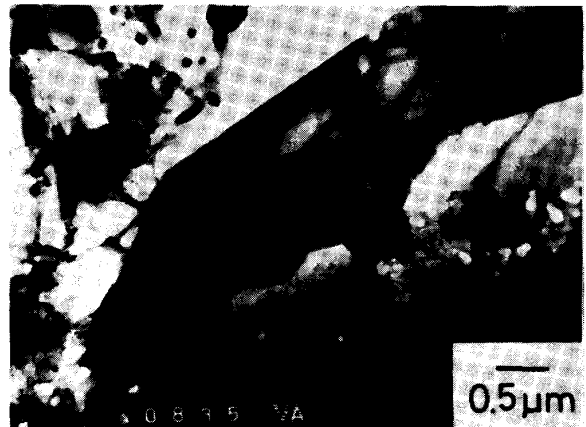


Fig. 1 Grain boundary σ phase agglomeration observed in the failed tube



Fig. 2 Intergranular carbides observed in the unfailed tube

Table 1 Precipitates identified in the failed and the unfailed pipes

	On Grain Boundary	In Grain
Failed Pipe	Sigma phase (Fe, Cr, Mo compound) M_{23}C_6 type carbide	Sigma phase (Fe, Cr, Mo compound) M_{23}C_6 type carbide
Unfailed Pipe	M_{23}C_6 type carbide	M_{23}C_6 type carbide