

(488) Cr-Mo鋼の高温高圧水素雰囲気下でのクリープ強度に及ぼす合金元素の影響

川鉄 鉄鋼研 水島 今中 拓一

1. 緒言 : Cr-Mo鋼は、その優れた高温強度及び耐水素特性から、従来より高温高圧水素雰囲気下で操業される化学工業などの装置資料として広く使われてきている。圧力容器の使用限界は、所謂、ネルソン線図により規定され、また、設計基準は大気中の機械的性質に依拠して決められており、実環境下での機械的性質によって装置材料の安全性が確保されているわけではない。本報では、これらの点を勘案して新しく試作したクリープ試験機を用いて、主に2¼Cr-1Mo鋼について、中性雰囲気下及び高温高圧水素雰囲気下でのクリープ強度に及ぼす合金元素の影響及びクリープ強度を支配する要因について検討した結果を述べる。

2. 実験方法 : 100kgの2¼Cr-1Mo鋼を真空溶製した。① Siを0.05~0.6wt%, Pを0.002~0.02wt%変化させたものについて、SiとPのクリープ強度に及ぼす影響 ② Crを2.0~3.0wt%変化させた試料についてCrの影響 ③ Alを0.01~0.6wt%変化させてAlの効果 ④ 2¼Cr-1Mo鋼及び3Cr-1Mo鋼について、そのクリープ強度に及ぼすNb, V及びTiの添加効果、を調べた。試験を行った水素分圧は150及び300kg/cm²で、温度は550℃である。又、クリープ試験後の試験片について、炭化物の様子、転位構造等を分析電子顕微鏡を用いて調べた。

3. 実験結果 : 図1は① Si = 0.06, P = 0.002wt%及びSi = 0.30, P = 0.002wt%の試験片についてのクリープ試験結果である。図から分かるように、Si量が低い場合、どのような条件でもクリープ特性は高Si材に比して優れている。又、破断伸びは、Si量が低い場合に大きい。Si量の多少にかかわらず、試験環境が水素雰囲気の場合、著しいクリープ特性の劣化が認められる。この劣化の程度はSiが高い方が著しい。又、その劣化の程度は水素分圧が高い方が大きい。図2はSi = 0.05%及び0.30%の焼戻し後の試験片から抽出した炭化物の電顕像である。図2に於ける両試料間の顕著な差は、粒内に微細に析出分散している針状炭化物の多少であり、低Si材に多く認められる。この炭化物の結晶構造はM₂C型である。針状炭化物の存在の有無が大気中のクリープ強度のみならず水素雰囲気下でのクリープ強度にも著しく影響することが本実験で確かめられた。又、Cr-Mo鋼に於て、Cr量の増加に伴ってクリープ強度が劣化する現象もM₂C型針状結晶の存在の多少がCr量に依存することから説明できる。この場合も雰囲気の水素によって劣化が加速される。本報ではこの水素によるクリープ強度の加速的劣化の機構及び合金炭化物のクリープ強度に及ぼす影響について併せて議論する。

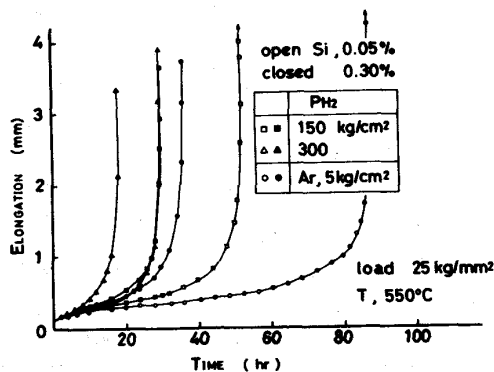


Fig.1 Effect of hydrogen pressure on creep rupture behaviour of 2¼Cr-1Mo steels with different amount of Si.

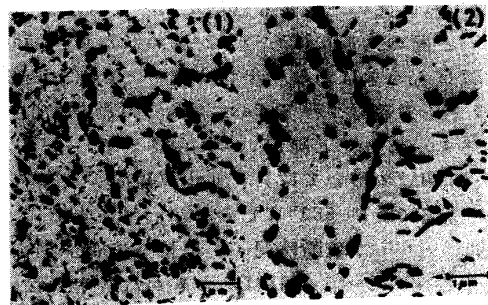


Fig.2 Morphology of carbides in 0.05%Si steel (1) and 0.60%Si steel (2).