

(522) $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼のナトリウム中クリープ破断強度

(株)日立製作所 日立研究所 ○膳谷文男 山田乾雄 福井寛
動燃事業団 高速増殖炉開発本部 厚母栄夫 太田芳雄

1. 緒言：高速炉の蒸気発生器に $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼が使用され、温度が高い場合には Na による脱炭及びそれに伴う強度低下がある。これらについては Na 温度、流量、鋼の成分及び熱処理条件などの影響が検討され、実用上は脱炭及び強度低下の小さい条件下で使用される。本報は実炉より高温の加速条件下における $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の Na 中脱炭及び長時間クリープ破断強度の変化について調べた。

2. 試料、方法：恒温保鈍した外径 45 mm × 9.4 mm の $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼管より、平行部が夫々 $\phi 4, 6, 8$ mm のクリープ破断試験片を加工し、550°C 静止 Na 中で試験した。Na タンク、プルロッドは SUS 304 製であり、Na 液面上部は Ar ガスでカバーした。また $\phi 9$ mm の脱炭測定用試験片を Na 中に浸漬し、表面より 300 μm 間隔に切削して化学分析により C 量を測定した。Na 中試験片と同様の試験片を用い、550°C で大気中クリープ破断試験を行ない、強度の比較検討を行なった。

3. 実験結果：図1は550°C Na 中に10,000 h 浸漬した試験片の C 分布を示す。表面の C 量は 0.03 %、500 μm 内部の位置で約 0.07 % になっている。この C 分布から脱炭速度定数を求めると $4.50 \times 10^{-8} \text{ g/cm}^2\text{s}$ が得られ、これは Kramkota らの提唱している Recommend Design Curve の値より小さい。

図2は Na 中及び大気中のクリープ破断強度を示す。1000 h 以下では Na 中と大気中とで強度差は認められないが、10,000 h になると Na 中試験片は表面脱炭の影響により、大気中試験片に比べ強度がわずかに低下する。この低下は C 量による強度補正係数を用いて計算した値と一致する。大部分は $\phi 6$ mm の標準試験片を用い、長時間側には一部 $\phi 8$ 及び $\phi 4$ mm の試験片を用いたが、この程度の脱炭量では試験片寸法による強度差は認められない。

図に ASME C.C. N47 (1592) の $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼のクリープ破断強度の最低値を記入したが、Na 中強度はいずれもこの値を十分満足している。クリープ破断伸びをみると、大気中試験片は 45~60% で破断時間と共に減少する。Na 中試験片は表面酸化が少ないため、破断伸びは 47~92% と大気中試験片よりも大きく、長時間側でも大きな値を示している。

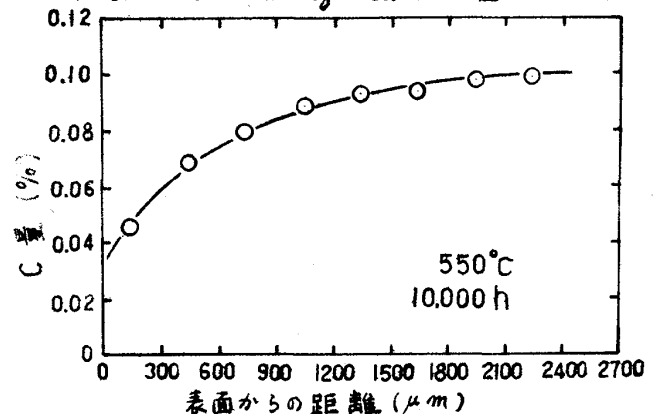


図1. $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼 Na 中浸漬試験片の C 分布

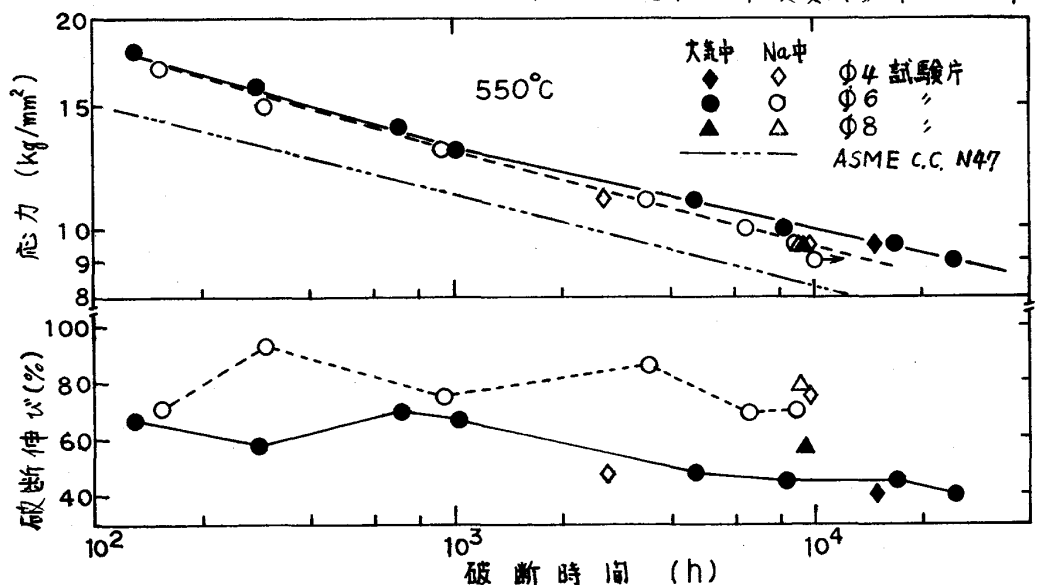


図2. $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の Na 中及び大気中クリープ破断強度及び破断伸び