

(621) HK-40 における平均電子空孔数と機械的強度との関係

東京ガス(株)技術研究所 笠原 晃明

1. 緒言 塊状 $\sigma$ 相の析出がHK-40のクリープ破断強度の低下をもたらすこと<sup>1)</sup>,  $\bar{N}_v < 2.71$  とすることでその析出が抑制されること<sup>2)</sup>が明らかにされ、 $\bar{N}_v < 2.7$ を狙った改良型HK-40<sup>3)</sup>が開発されたが、温度履歴が明確なHK-40を用いて塊状 $\sigma$ 相の析出と機械的強度との関係を論じた例は少ない。本報では、 $\bar{N}_v$  値の異なるHK-40を長時間時効後機械的強度試験にかけた結果、および、改良型HK-40の実炉での使用結果を報告する。

2. 試験方法 Boesch & Slaney 法による $\bar{N}_v$  値が、2.70, 2.75, 2.80, の3種の遠心铸造HK-40を、750° および800° Cで最長2万時間の無負荷時効にかけた後、同温度でのクリープ破断試験、常温での機械的強度試験にかけた。又、同一のICI式改質炉で使用された $\bar{N}_v$  2.80 および 2.70 のHK-40改質炉管のクリープ破断強度の比較も行った。

3. 試験結果 (1) Fig. 1は $\bar{N}_v$  値と $\sigma$ 相析出量との関係である。 $\bar{N}_v$  が大きい程、又、時効時間が長い程 $\sigma$ 相の量が増すが、 $\bar{N}_v$  2.70 材では $\sigma$ 相は析出してない。(2) Fig. 2は $\sigma$ 相析出量とシャルピー衝撃値の関係である。データは $\bar{N}_v$  値の違いには関係なく1本の直線で整理されており、 $\sigma$ 相が多い程脆化を示している。(3) Fig. 3は $\sigma$ 相析出量とクリープ破断時間の関係である。 $\bar{N}_v$  値が高く、 $\sigma$ 相を多量に析出しているもの程、短時間で破断に至っている。(4) Fig. 4は、実炉で16000時間使用された $\bar{N}_v$  2.80 材、および、22000時間使用の $\bar{N}_v$  2.70 材のクリープ破断強度を比較したものである。 $\bar{N}_v$  2.80 の方が使用時間が短いにもかかわらず総体的に強度が低く、特に $\sigma$ 相が10%前後析出している4#地点の強度低下が顕著である。改良型HK-40は既に7万時間使用されているが、57000時間の時点の抜取クリープ破断試験では、Estruchのマスターカーブのmean値とmin値の中間のデータが得られている。

4. 結論  $\sigma$ 相が最も析出しやすい800~850° Cの温度域で使用される都市ガス製造用改質炉管に供するHK-40としては、 $\bar{N}_v < 2.71$ を狙った改良型HK-40材が適していることが実証された。

文献 1)K. Kasahara : Proc. 18th Japan Congress on Mat. Res., P. 57 (1975). 2)笠原: 鉄と鋼, 63(1977)S 856. 3)太田ほか: 鉄と鋼, 63(1977)S 267.

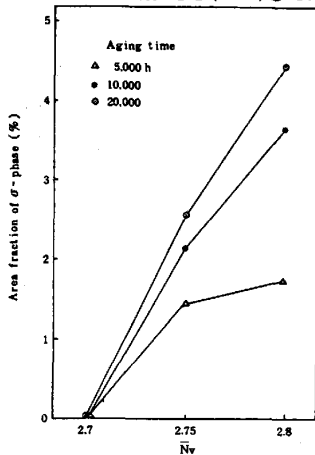


Fig.1 Effect of  $\bar{N}_v$  on area fraction of sigma-phase in HK-40 aged at 750°C.

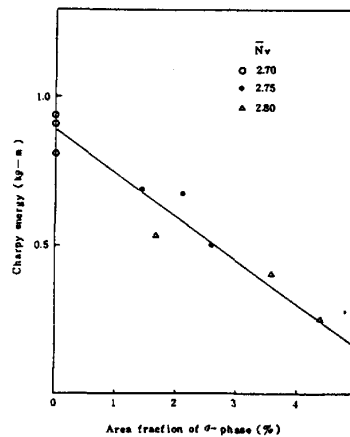


Fig.2 Effect of sigma-phase on the Charpy impact energy of HK-40 aged at 750° C for 5000, 10000 and 20000 hours.

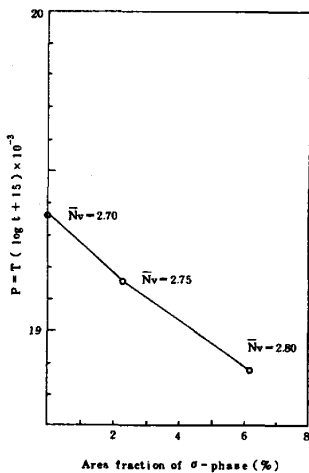


Fig.3 Effect of area fraction of  $\sigma$ -phase on the creep rupture property of HK-40 aged at 800°C. Creep rupture tests<sub>2</sub> at 800°C and 6kg/mm<sub>2</sub>.

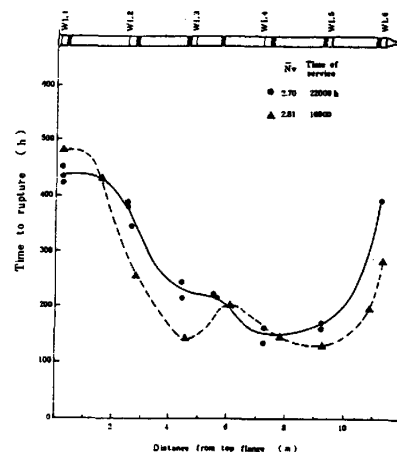


Fig.4 Creep rupture strength of HK-40 reforming tubes removed from ICI steam reforming furnaces. Creep rupture tests at 872° C and 5.81 kg/mm<sub>2</sub>.