

(411) 含窒素耐熱鋼の高温での組織安定性および高温強度 におよぼす諸元素の影響

白新製鋼 周南製鋼所

つ田中照夫 飯泉省三
星野和夫

1. 緒言: 含窒素オステナイト系耐熱鋼について、高温での組織安定性および高温強度におよぼすCrおよびNi含有量の影響についての系統的な研究は従来あまりなされていようである。そこで本研究では、おりに高温での組織安定性に着目し、Cr, Ni量を系統的に変化させ、それらの影響を調査するとともに、さらにC, N, Nb, Ti, Mo およびBの影響についても調査した。

2. 実験方法: 供試材としては、①Cr, Ni, C, N量の影響についてはN series, ②Nb, Ti, Mo, B, C量の影響についてはB seriesとして表1にその化学成分の概要を示した鋼を用いた。供試材はすべて10kg高周波炉により大気中で溶製し、鍛造後、結晶粒度がASTM No.4~7番になるように溶体化処理を施した後、試験に供した。高温での組織安定性の一つの大きな目安としては、高温で長時間加熱(700, 800 および 900°C × 200, 500, 1000, 2000 hr)した後の常温での衝撃値を採用し、さらに光顕による組織観察およびX線回折, EPMAによる析出物の同定を行なった。なお、一部高温引張試験および700, 800, 900°Cでフリープ破断試験を行なった。

表1. 化学成分の概要 (重量%)

	C	Si	Mn	Ni	Cr	N	Nb	Ti	Mo	B
N series	0.06 0.10	0.6	1.6	8~22	18~25	0.15~0.25	—	—	—	—
B series	0.03 0.06	0.6	1.6	13.5~14.5	20.5~21.5	0.20~0.30	0~0.73	0~0.05	0~3.0	0~0.009

て10kg高周波炉により大気中で溶製し、鍛造後、結晶粒度がASTM No.4~7番になるように溶体化処理を施した後、試験に供した。高温での組織安定性の一つの大きな目安としては、高温で長時間加熱(700, 800 および 900°C × 200, 500, 1000, 2000 hr)した後の常温での衝撃値を採用し、さらに光顕による組織観察およびX線回折, EPMAによる析出物の同定を行なった。なお、一部高温引張試験および700, 800, 900°Cでフリープ破断試験を行なった。

3. 実験結果: 1) Nを約0.17%含有するN series鋼においては、図1からわかるようにNiとCr量のバランスを適当に設定すれば、700°C以上の温度でも粗大な炭化物、窒化物およびσ相の析出は抑制され、かなりの組織安定性が得られ、切欠靱性の低下は比較的少ない。Cr含有量が一定であれば、Niがある量以上になると急激に靱性は劣化する。

2) 加熱温度が800, 900°Cの場合、700°Cの場合に比し、一般に200 hr以上の経時にもなると靱性の劣化はほとんど認められない。

3) B series鋼において、Moは約2%の添加で高温強度を改善するが2%以上添加してもその改善効果はほとんどなく、しかもσ相の析出が促進され時効後の切欠靱性も劣化する。

4) Nb, Moを適量複合添加した鋼においては、いずれの温度においてもCr₂₃C₆以外にε相{(Fe, Mn, Cr)₄(Nb, Mo)₃N₃型}が検出されσ相は認められなかった。ただし、Nbを約0.7%も添加した鋼ではσ相も同時に検出された。Bは20ppm程度添加した方が切欠靱性はすぐれていた。

5) 上記の結果より適正成分を有すると思われる数鋼種の切欠靱性およびフリープ破断試験結果を図2および図3に示す。これらの結果より、適正成分を有する含窒素-Fe-Ni-Cr系耐熱鋼は800, 900°Cの温度でもかなりの組織安定性および高温強度が得られ、十分使用できるものと思われる。

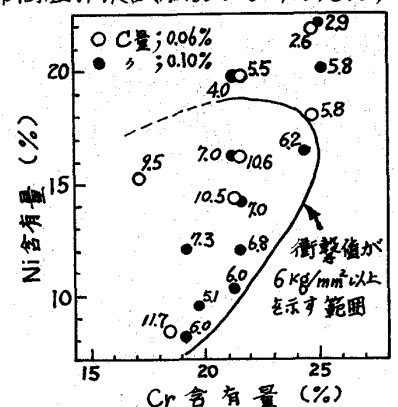


図1. 800°C×1000hr加熱後の切欠靱性におよぼすCr, Ni量の影響 (図中の数字はシャルピー衝撃値を示す)

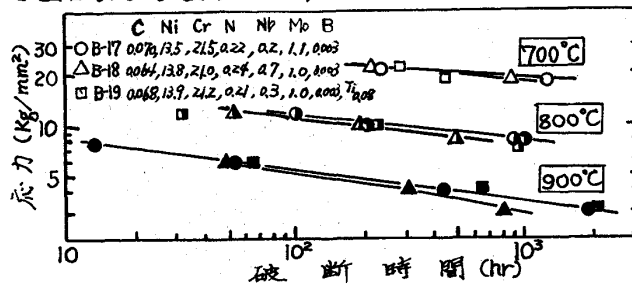


図2. クリープ破断強度 (B-17, 18, 19)

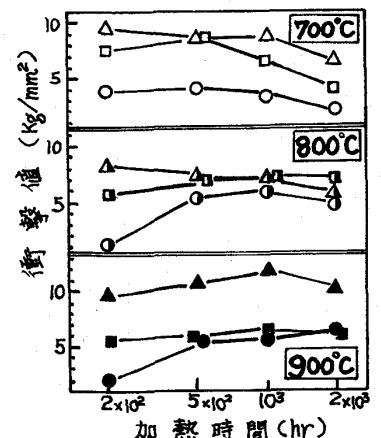


図3. 長時間加熱した後の衝撃特性 (B-17, 18, 19)