

大同特殊鋼㈱ 中央研究所 ○並木邦夫 上原紀興

1. 目 的

従来より熱間工具鋼の特性に及ぼす合金元素の影響について多くの研究がなされてきたが、各元素の影響が単独に求められているのみで、重疊効果をも含めた系統的な研究は必ずしも十分には行われていない。本研究は熱間工具に必要な特性（軟化抵抗、靱性、耐ヒートチェック性、焼入性など）に及ぼす合金元素の影響を統計的に求めようとするもので、本報は高温軟化抵抗に及ぼすC、Cr、Moの影響を実験計画法を用いて評価した結果について報告する。

2. 実験方法

C-0.5 Si-0.5 Mn-Cr-Mo-1V系熱間工具鋼のC、Cr、Moをそれぞれ（0.30、0.50%）、（2.0、5.0%）、（1.0、3.0%）の2水準にとり、2³計画を実施した。全ての組合せの8鋼種を溶製し、鍛伸後焼なましを施して実験に供した。1030℃で焼入れ後、400～700℃でそれぞれ1～30 hrの焼もどしを行い、焼もどし硬さに関する分散分析を行って各元素の効果を確認するとともに、重回帰分析を行って、焼もどし硬さと合金元素量の関係を線形回帰式で表した。さらに電子顕微鏡組織観察、炭化物抽出残渣のX線回折を行って考察を加えた。

3. 実験結果

各鋼種の焼もどし硬さ曲線を図1、2に、焼もどし硬さに対する各元素の分散分析による要因効果を図3に示す。2次硬化の生ずる550℃付近の硬さ上昇にはMoが最も効果的であり、650℃まではいずれの元素も硬さを高めるが、これを越えた温度ではCrの増量は軟化抵抗を著しく劣化させる。組織観察、炭化物のX線回折の結果、2次硬化を越えた焼もどし温度では、Cr量の多いほど凝集、粗大化しやすいM₇C₃型炭化物が安定となり軟化抵抗を劣化させることが判明した。

さらに重回帰分析により求めた焼もどし硬さと合金元素量の関係式の例を下記に示すが、いずれも95%の信頼率で有意であることが判明した。

$$HRC(600^{\circ}\text{C} \times 1\text{hr}) = 39.54 + 15.56(C\%) + 0.39(Cr\%) + 1.67(Mo\%)$$

$$HRC(700^{\circ}\text{C} \times 1\text{hr}) = 34.11 + 17.13(C\%) - 2.15(Cr\%) + 0.13(Mo\%)$$

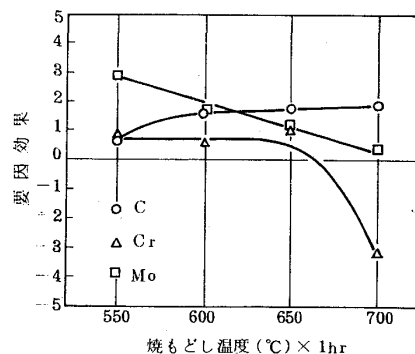
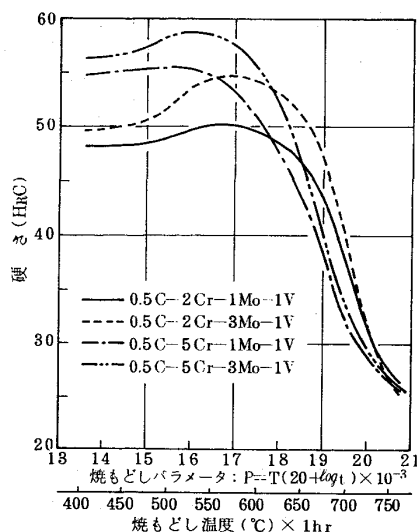
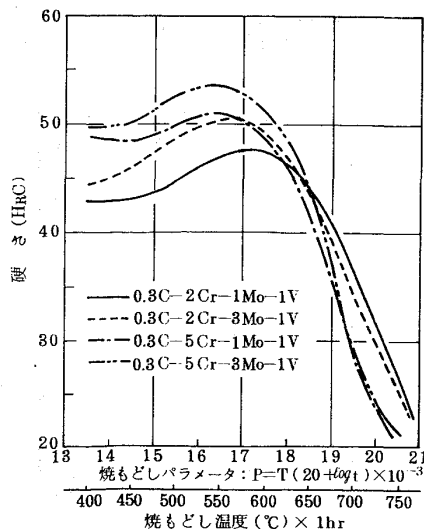


図1. 焼もどし硬さ曲線(0.3C)

図2. 焼もどし硬さ曲線(0.5C)

図3. 焼もどし硬さにおける要因効果