

強靱冷間型用鋼 MDSシリーズ

Extreme Toughness Cold Work Die Steels, MDS Series

キーワード

冷間金型、靱性、耐摩耗性、耐衝撃性、被研削性、抗折力、焼入性、(MDS)、マトリックスハイス

東富山製鋼所技術部

浅田康弘
田中康夫
吉本隆志

1. はじめに

近年、塑性加工分野の進歩に伴い冷間で使用される金型は、より安く、より高精度で高寿命、高信頼性が求められている。その基盤となる金型用鋼は多種多様な用途に対して品質、価格面で一層の対応が迫られている。なかでも金型の長寿命化要求に対して材料面への対応は不可欠である。

これまで冷間金型用鋼としては、汎用鋼種としてSKD11が、さらに耐摩耗鋼種としてはSKH51などの高速度工具鋼があり、ユーザーは必要に応じて材種を使い分けてきた。また当社は金型分野に対し、HDN1, MCR1といったオリジナル鋼種を他社に先駆けて投入しており、その特徴により、市場からは高い評価を得てきた。

今回開発した強靱冷間型用鋼MDSシリーズは、従来の金型用鋼と高速度工具鋼との中間域をカバーするもので、これまでの特徴あるオリジナル鋼種に加えてラインアップすることで、ユーザーの多様化するニーズに的確に対応することが可能になった。

2. MDSシリーズの概要と開発のねらい

MDSシリーズは、冷間塑性加工用鋼として開発され、MDS1, MDS3, MDS7, MDS9の4鋼種がある。これら4鋼種の耐摩耗性と靱性との位置づけを他鋼種と比較して図1に示す。最も靱性の高い鋼種はMDS1で以下、MDS3, MDS7, MDS9の順となる。

次にMDSシリーズの実用硬さを図2に示す。最も硬さの高いMDS7はSKH51と同等もしくはそれ以上の硬さが得られ、また低硬度側は55HRC前後までの広い硬度範囲で

それぞれの鋼種が独自の性能を発揮する。MDSシリーズの各鋼種の特徴をまとめると次の通りである。

- MDS1：高耐衝撃用マトリックスハイス
- MDS3：高靱性マトリックスハイス
- MDS7：耐摩高靱性マトリックスハイス
- MDS9：高靱性汎用冷間ダイス鋼

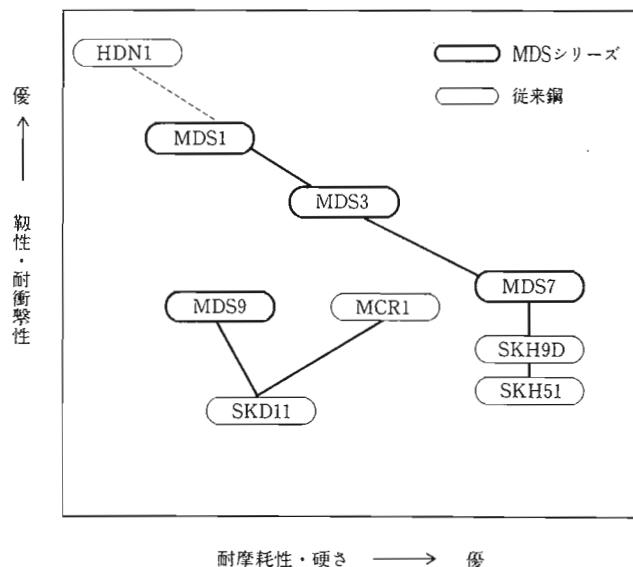


図1 MDSシリーズの靱性と耐摩耗性の位置づけ

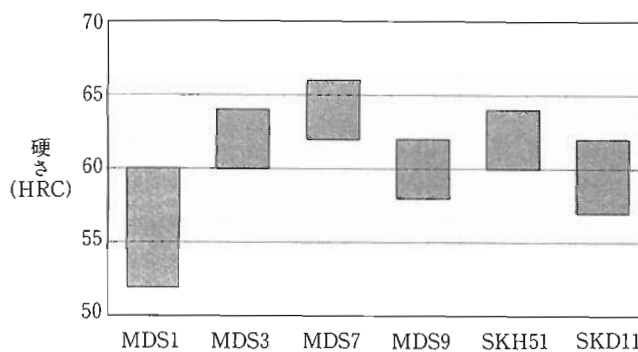


図2 MDSシリーズの実用硬さ

このMDSシリーズを開発した背景には、ユーザーから冷間金型用鋼に対する様々なニーズがあった。SKD11は安価で焼入性の良い鋼種であるが、炭化物が粗大で靱性が不足している欠点があった。この欠点を改善し、炭化物を均一微細化することにより耐欠損性を向上した鋼種がMDS9である。

SKH51は耐摩耗性に優れているが耐欠損性を更に改善し、寿命向上を図りたいという要望があり、これに応えたのがマトリックスハイスである。マトリックスハイスは合金成分を基地（マトリックス）に固溶させ、炭化物量を減らして耐欠損性を向上するとともに、加工性も大幅に改善している。MDSシリーズのマイクロ組織を図3に示す。

また、SKH51は焼入性の関係から、大型製品や真空熱処理の様に冷却速度が遅い場合に熱処理硬さが十分に得られない欠点があったが、この点についてもMDSシリーズは改良されている。

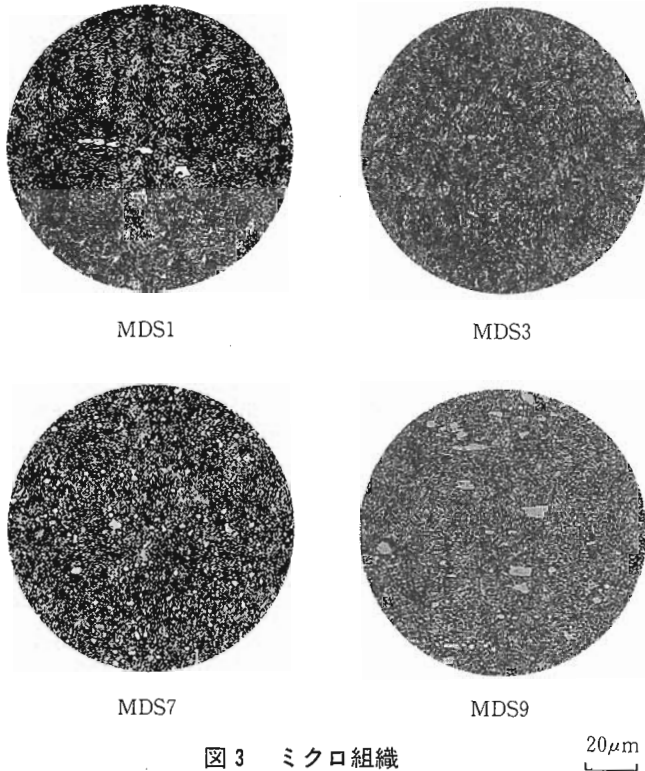


図3 ミクロ組織

3. MDSシリーズの特性

3.1 耐摩耗性

冷間型用鋼は、硬さ58~65の広い範囲で使用される。MDSシリーズは58HRC中心の鋼種、62~63HRC中心のものおよび65HRCを中心とした鋼種というように異なる耐摩耗レベルの鋼種を揃えており、これらは炭化物の量とマトリックスの質によってコントロールされる。その結果を図4に示す。

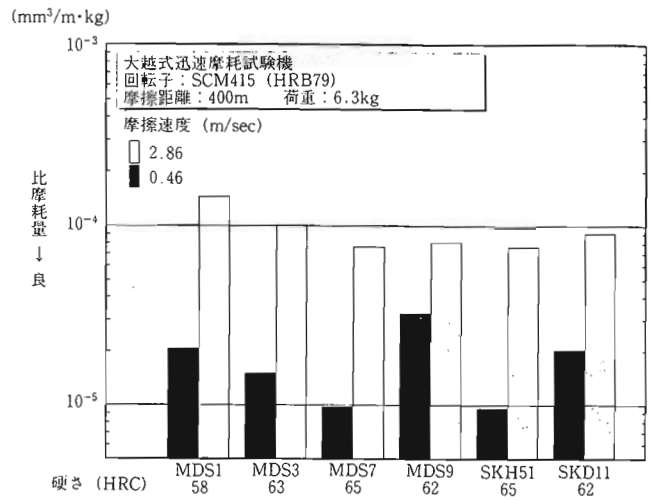


図4 耐摩耗性

3.2 高い靱性

マトリックスハイスは、そのマイクロ組織の特徴から極めて高い靱性・耐欠損性を有している。

MDSシリーズの耐衝撃性を図5に、抗折力を図6に示す。同一硬さでのシャルピー衝撃値を比較すると、マトリックスハイスはSKH51やSKD11に対して高い値を示していることが判る。また抗折力についても同様の事がいえる。これは耐摩耗性を維持し、耐欠損性が大幅に改善されていることを明示している。こうした性能改善はマトリックスハイスの大きな特徴である。

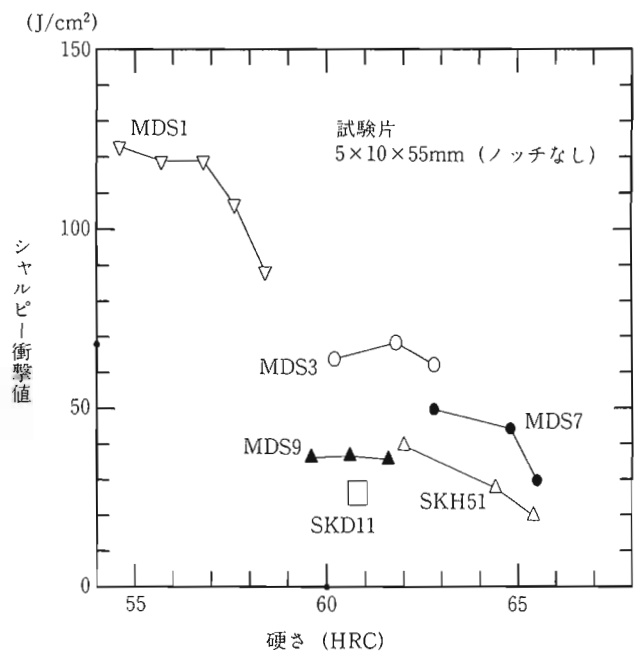


図5 耐衝撃性

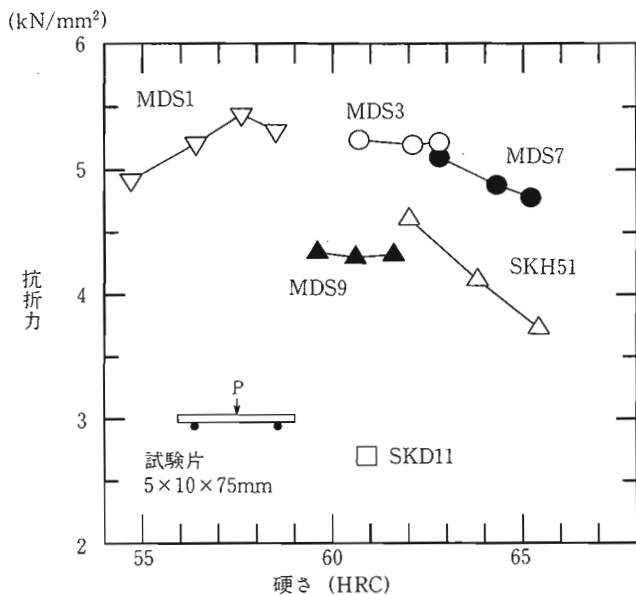


図6 抗折力

3.3 優れた加工性

近年では金型材種に対する要求特性として、耐摩耗性や耐欠損性といった主特性だけでなく、材料の加工性を重視するユーザーが増えている。

このようなニーズに応え、MDSシリーズは組織制御技術により、素材の機械加工性並びに熱処理後の被研削性の向上に成功した。被研削性を表す指標として研削比（試験片減量/砥石減量）を比較し、図7に示す。MDSシリーズはSKH51やSKD11に対し被研削性の改善がなされており、ユーザーからも再研磨しやすきたいへん使い易いと好評を得ている。MDS7は同等硬さであるSKH51に対し被研削性は約30%向上している。

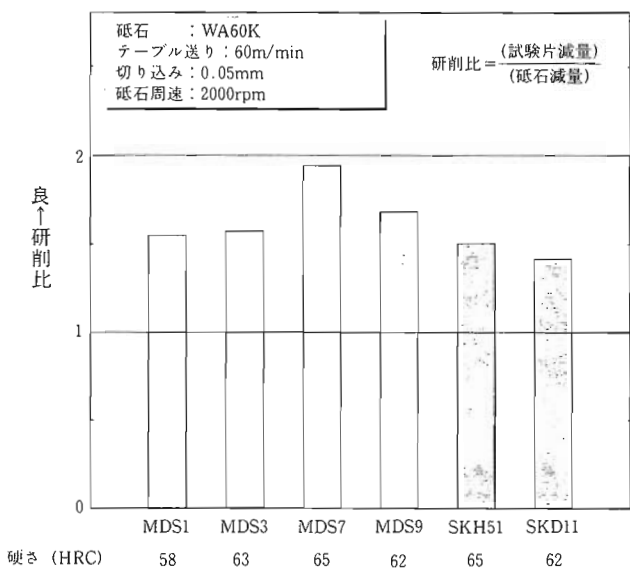


図7 被研削性

3.4 熱処理特性

MDSシリーズ各鋼種の熱処理条件と実用硬さを表1に示す。MDS1, MDS3, MDS7は高速度工具鋼のアンダーハードニングの焼入温度範囲で処理され、高温焼戻しを実施する。MDS9はSKD11と同一温度で熱処理できるという利点がある。尚、各鋼種の焼入焼もどし温度は推奨範囲内にて、その使用目的により決定される。

近年では熱処理のクリーン化と取り代縮減から、真空熱処理への移行が進んでいるが、真空炉での焼入の冷却方法は加圧式ガス冷となり、最近はかなり冷却速度は改善されているものの、ソルトバスや油冷などと比較して冷却速度は遅いといった欠点がある。そのため大型製品の真空熱処理を実施する場合は、材料の焼入性の良否がたいへん重要な特性となる。

MDSシリーズの焼入性を示す指標として、丸鋼寸法の違いによる中心部の熱処理硬さを図8に示す。SKH51の場合でφ100の丸鋼の中心硬さは3.0HRC以上も低下し、冷却速度が遅い影響が顕著に出ているのに対し、MDSシリーズの中心硬さの低下はSKH51の半分以下であり、冷却速度の遅い真空熱処理においても硬さ低下が少ない利点がある。

表1 MDSシリーズ鋼の熱処理特性

鋼種	熱処理		実用硬さ (HRC)
	焼入温度	焼戻し温度	
MDS1	1100~1150°C	560~640°C	60以下
MDS3	1080~1160°C	540~600°C	60~64
MDS7	1100~1180°C	540~600°C	62~66
MDS9	1020~1050°C	180~200°C 500~560°C	58~62

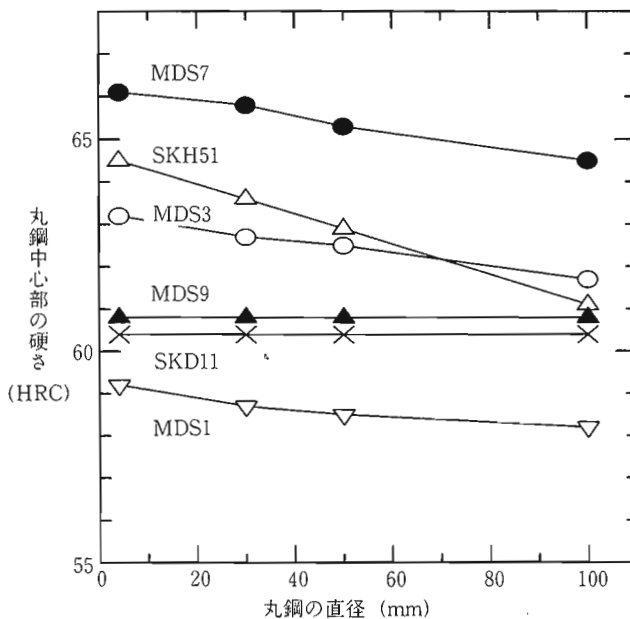


図8 焼入性

4.用途

MDSシリーズは冷間金型用鋼として開発された鋼種であるが、それ以外の幅広い用途にも適用可能である。一般的な用途一覧を表2に示す。

現在、各方面にて評価中であり、その一部で良好な結果が得られ始めている。

5.おわりに

強靱冷間型用鋼MDSシリーズについて、その鋼種特性を紹介してきた。今回の開発並びに性能評価に当たって数多くの方々に協力頂いた事に深く感謝の意を表するとともに、MDSシリーズがお客様の多様な要望にお応えし、広い範囲でその特性を発揮できるものと考えている。

表2 用途一覧

(○:適するもの)

適用工具	MDS1	MDS3	MDS7	MDS9
パンチ	○	○	○	○
トリミングダイ		○		○
曲げ・絞り型	○	○	○	○
シャープブレード	○			
ブランキングダイ		○	○	○
スリッターナイフ		○	○	○
ロール		○	○	○
木工用ナイフ	○	○	○	
ヘディングダイ		○	○	
転造ダイ		○	○	○
チェーザー		○	○	
温間成形ダイ	○			