

環境にやさしい低炭素非鉛快削鋼の開発

研究者：及川勝成 東北大学 大学院工学研究科 准教授
開発企業：日野光興 JFE条鋼株式会社 代表取締役社長
(推薦者：内山 勝 東北大学 大学院工学研究科 研究科長)



及川勝成氏



日野光興氏

1. 技術の背景

OA機器関連のプリンターシャフトや自動車用トランスミッション関連部品には精密切削加工が必須であり、加工コストの低減、切削加工面の精度向上を目的に快削鋼と呼ばれる特殊鋼が使われている。これまで、被削性(削られ易さ)を向上させるために有効な鉛や硫黄が多量に添加された低炭素硫黄複合快削鋼 AISI12L14(JIS:SUM24L)が一般的に使用されている。この材料の非鉛化は環境の観点から喫緊の課題であるが、AISI12L14は鋼中酸素含有量が他の鉄鋼材料と比較して格段に高いため、CaやBによる被削性の向上(非鉛化)が困難であり、この非鉛化には従来にない手法が求められていた。

2. 技術の概要

本技術は、東北大学と産業技術総合研究所が従来のAISI12L14の懸案事項であった鉛を含有しない系で同等の被削性を有する新規低炭素非鉛快削鋼をコンピュータ計算により探索し、これを基にJFE条鋼株式会社を実際に試験溶解し、被削性試験等を行って商品化に成功したものである。

従来より、低炭素硫黄複合快削鋼では硫化物系介在物が大きいほど被削性が向上する事が知られており、本観点から硫化物系介在物の大型化によ

る被削性向上を目的に検討を進めた。

まず、現状の連続鋳造設備で硫化物系介在物を大型化するには、硫化物系介在物が液相から晶出する温度域を拡大する必要があり、環境に有害な元素ではないCrに着目した。東北大学と産業技術総合研究所で構築した、多元系状態図計算CALPHAD(Calculation of Phase Diagram)法を用いFe-C-S-Cr-Mn計算状態図を活用し、Mn, Cr, S量の最適化を図った。すなわち、図1に示したように晶出温度域をAISI12L14の19°Cから開発鋼では93°Cに拡大し、既存の製造設備で、冷却速度を遅くすることなく、硫化物を粗大化できることを予測し、これにより硫化物の析出量も増加することを予測した(図2)。

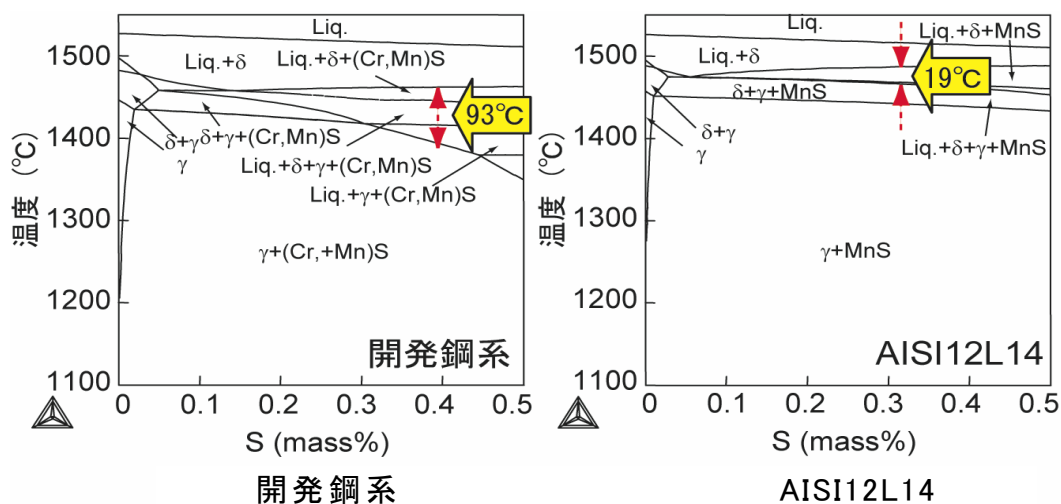


図1 計算された状態図の例

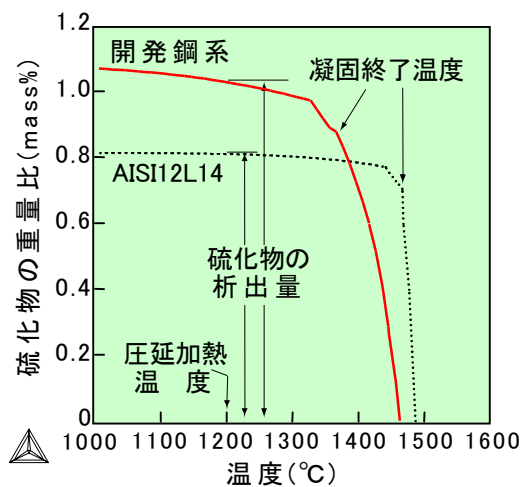


図2 硫化物の析出量

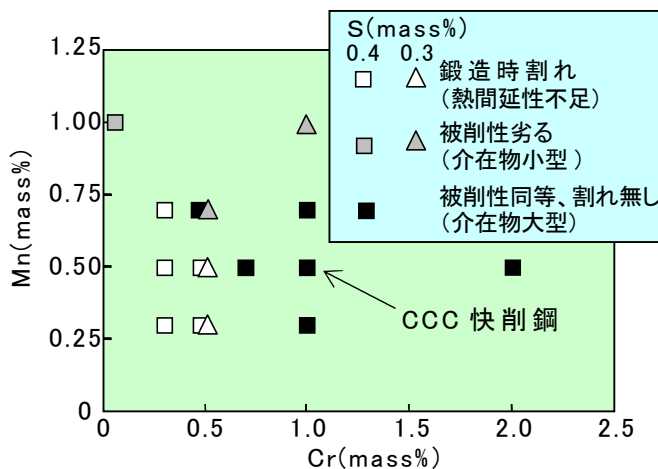


図3 熱間延性、被削性に及ぼす Mn, Crの影響

次に、J F E 条鋼株式会社は、この研究予測を基に Fe-C-S-Cr-Mn 鋼を実際に試験溶解し、被削性試験などの確認試験を実施し、量産可能な成分系の決定を行い、新しい低炭素非鉛快削鋼 (CCC [クリーンカットクロム] 快削鋼) を開発した (図 3)。CCC 快削鋼の特徴を以下に示している。硫化物は、被削性改善に適した粗大粒子状で分散している (写真 1)。一方、基地のマイクロ組織は AISI12L14 と比べて微細化している (写真 2)。強度、延性などの機械的性質は、AISI12L14 と同等である (表 1)。また、工具寿命、面粗度、切屑処理性などの被削性に関する性質は、AISI12L14 と同等以上であることを確認している (図 4, 5)。その他、浸炭性、メッキ性なども同等で、AISI12L14 と容易に代替が可能である。

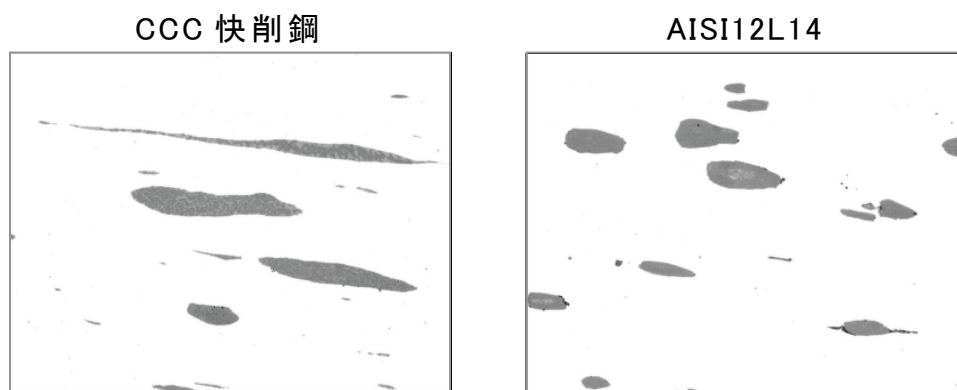


写真 1 硫化物の光学顕微鏡観察 (Φ 85 圧延材)

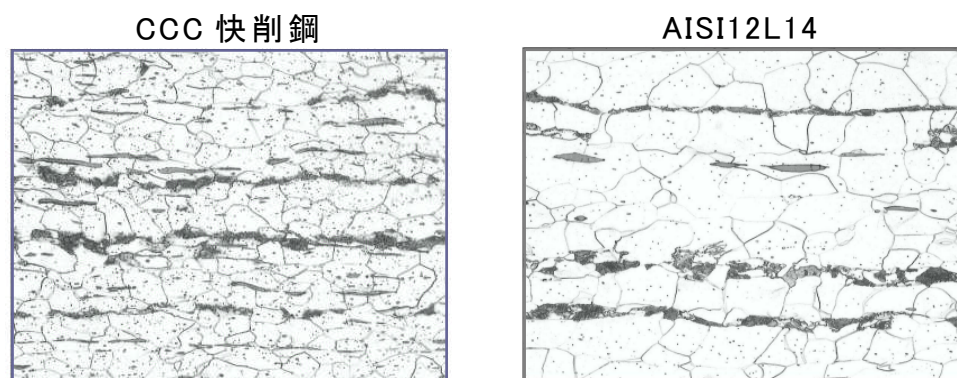


写真 2 ミクロ組織の光学顕微鏡観察 (Φ 11.5 圧延材)

表 1 機械的性質 (Φ 85 圧延材)

種別	0.2%耐力	引張強さ	伸び	絞り	硬さ HB
CCC 快削鋼	283MPa	416MPa	32%	48%	124
AISI12L14	279MPa	416MPa	30%	44%	124

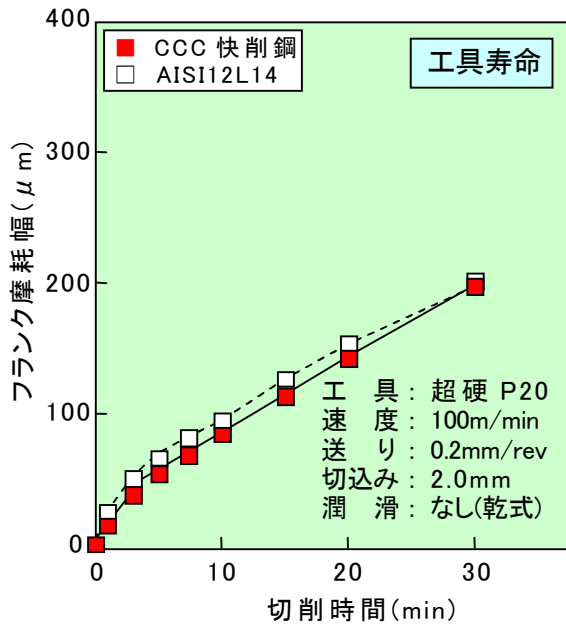


図4 工具寿命(旋削)

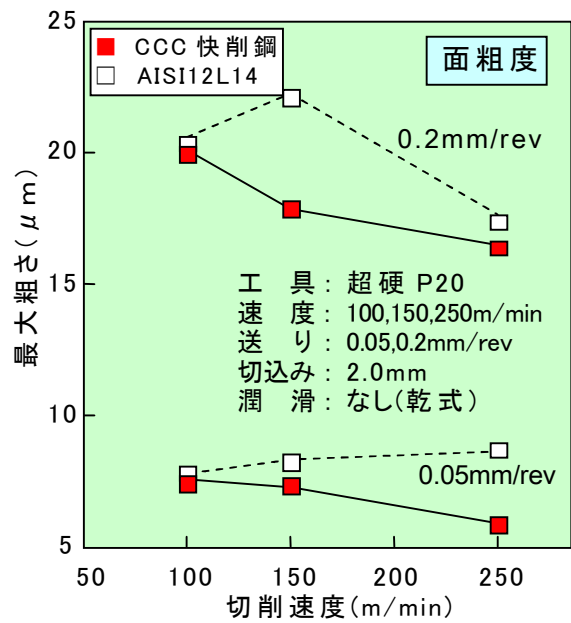


図5 面粗度(旋削)

3. 効果

本開発は、鉄合金中に生成する硫化物の熱力学的性質と多元系状態図を数値計算により予測するためのデータベースを構築することで、実用快削鋼のマイクロ組織形成メカニズムを明らかにし、合金開発に結びつけた事象を特徴としている。こうして開発したCCC快削鋼は、AISI12L14の懸案事項であった鉛を含有することなく、同等以上の被削性を有しているだけでなく、機械的性質、浸炭性、メッキ性なども同等であることから、産業上の適用可能部品は広範囲にわたり、従来AISI12L14が使用されていた部品ではスムーズに代替が進むことが期待できる。

CCC快削鋼はOA機器のプリンターシャフトを中心に採用されており(写真3)、グリーン調達の動きが進んでいる業界で広く受け入れられ、今後更に適用分野や数量が拡大することで、持続的発展可能な社会の構築に寄与すると期待される。

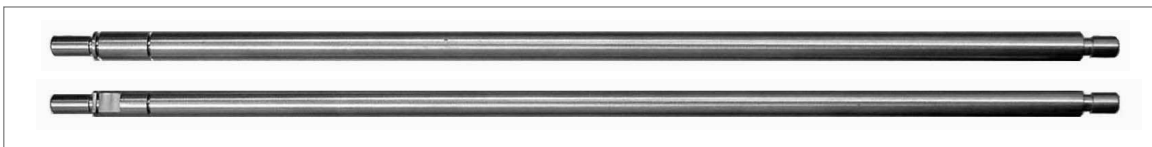


写真3 製品写真(OA機器のプリンターシャフト)