

高強度かつ高靱性の鋳鋼材「MCXシリーズ」の開発

1. はじめに

近年、構造物用鋳鋼材には多様な特性が要求されるようになり、以前は鋳鋼には要求が厳しくなかった靱性が求められるようになってきた。

通常、鋼は調質熱処理時に水冷などの冷却効果の高い方法で冷却することで高強度・高靱性化を図る。しかし、製品肉厚が100mmを超えるような厚肉で複雑形状を有する鋳鋼製品の場合は、冷却時の熱応力による割れが懸念されるため、液体冷却は適用できない。そのため、調質方法は冷却効率の低い空冷またはファン冷却に限定されるため、良好な強度・靱性の両立が難しい。また、高強度・高靱性を有する鋳鋼材として、SCW480、SCW550、SCW620などのJIS規格材がよく知られているが、厚肉鋳鋼を想定した場合、やはり要求性質を実現できないという問題がある。

このような課題を解決するために、当社は、100mmを超えるような厚肉を有する鋳鋼製品でも、空冷またはファン冷却により高強度・高靱性が得られる材料を開発したので以下に紹介する。

2. 開発材の内容

SCW550、SCW620の成分を改良することにより、厚肉鋳鋼でも調質熱処理時に液体冷却を行わずに高強度・高靱性化を実現させた。多様な構造部品に対応するため、強度レベルの異なる3種類を製品化している。用途によって成分と熱処理を選定し、ニーズに合わせた機械的性質を与えることができる。

(1) 優れた低温靱性

開発材の機械的性質の一例を表1に、強度と靱性のバランスを図1に示す。開発材は、同等強度レベルの規格材と比較して優れた低温靱性を有することが分かる。

使用環境温度と耐力の関係を図2に示す通り、特に、MCX2は-20℃、MCX3は-40℃のような低温環境でも構造用部材としての良好な性能を確保できるように成分設計がなされている。

(2) 優れた疲労特性

開発材は、低温靱性に優れているだけでなく耐久性も兼ね備えている。図3に開発材のS-N線図(応力-繰返

し数)を示す。MCX3は、規格材SCW480やSCW550を改良した開発材MCX2を上回る疲労特性を有することが分かる。また、図4に繰返し応力に対する耐久限度である疲労限と引張強さの関係を示す。一般的には高強度化に伴い欠陥感受性が高くなり疲労限が低下してしまうが、開発材は豊富な疲労特性データに基づいて良好な特性を発揮できる強度レベルを明らかにしている。

表1 開発材の機械的性質(一例)

種類	材料記号	引張特性			衝撃特性	
		0.2%耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	温度 (℃)	吸収エネルギー (J)
550MPa級	SCW550	≥355	≥550	≥18	0	≥27
	開発材 MCX1	450	600	28	0	60
620MPa級	SCW620	≥430	≥620	≥17	0	≥27
	開発材 MCX2	520	640	25	-20	40
700MPa級	開発材 MCX3	570	720	25	-40	40

※開発材は、100mm厚のFAN冷却を模擬したときの特性値である
※衝撃試験は2mmVノッチによる

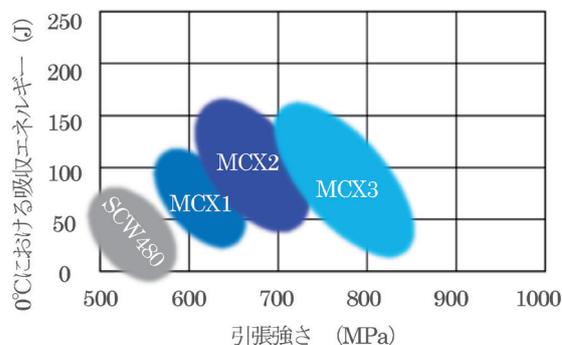
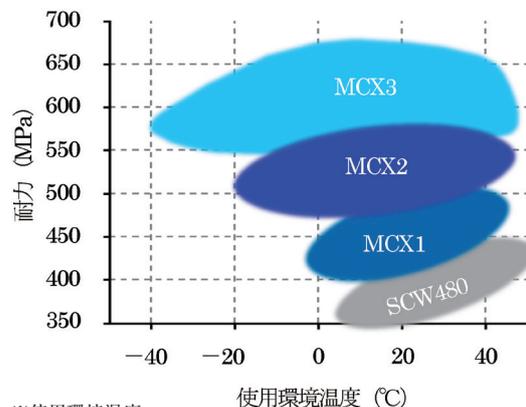


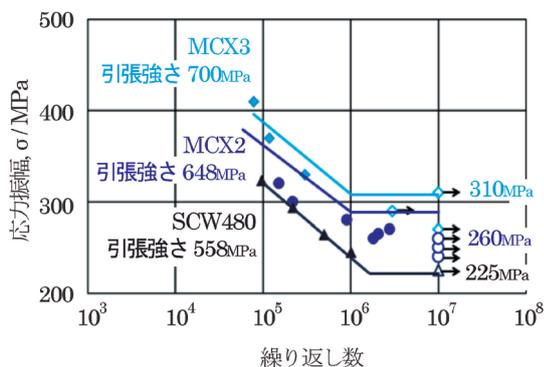
図1 強度と靱性のバランス



※使用環境温度
シャルピー衝撃試験にて吸収エネルギーが27Jを確保する温度

図2 仕様環境温度と耐力の関係

製品・技術紹介



※本疲労特性は、両張引張圧縮 (MCX2, MCX3) および回転曲げ (SCW480) の試験により得られた値である

図3 開発材のS-N線図

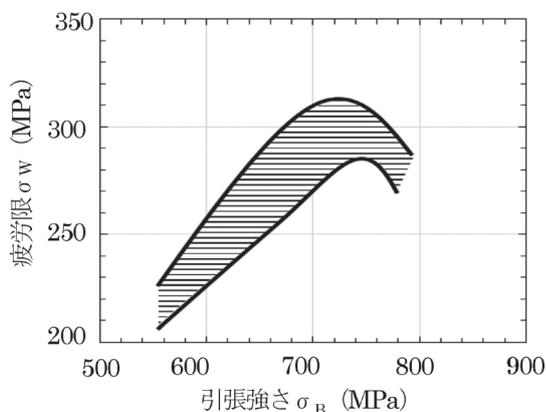
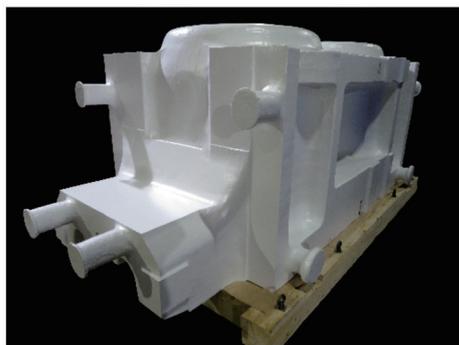


図4 開発材 MCX の疲労特性

3. 適用例

開発材の靱性と疲労特性が評価され、従来は SCW480 を適用していた鋼板切断シャー用シリンダブロックに MCX3 が採用された。製品外観を写真1に示す。また、表2に材料試験結果の一例を示す。目標値を満足する製品を製造することができた。本製品の最大肉厚は 630mm であるが、この肉厚中心部でも 100mm 厚を模擬した場合と同等の高い強度と靱性が得られることを確認している。



(重量：39ton、最大肉厚：630mm)

写真1 鋼板切断シャー用シリンダブロック (MCX3)

表2 MCX3 適用製品の機械的性質 (一例)

	0.2% 耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	絞り (%)	吸収エネルギー (J at 0°C)
目標値	≧510	≧700	≧18	≧40	≧40
材試験結果 (MCX3)	565	714	23.0	67.3	157
SCW480 (従来材)	≧275	≧480	≧20	—	≧27

4. おわりに

開発材の強度、靱性、疲労特性を活かして、形状や環境など多様なニーズに応じた製品の提供が可能となる。

今後も構造物用鋳鋼材に対する性能要求はますます厳しくなるものと予想される。更なる特性向上に留まらず、実製品の疲労限予測などの技術開発を行い、顧客が満足し、安心して使用できる鋳鋼製品を提供していく。