

# ヒートチェック試験機の紹介

Introduction of heat check test equipment

前田 雅人\*

Masato MAEDA

## 1. はじめに

熱間で使用される金型は、加工時に、被加工材と接触することによる加熱と離型後の冷却剤塗布による冷却を繰り返し受ける。金型表面には加熱、冷却に伴い、図1に示すような圧縮と引張の熱応力が発生する。そのため長期間使用することによって、金型表面では熱疲労によるヒートチェックと呼ばれる亀甲状の割れが発生する。このヒートチェックは金型の大割れや製品の意匠性低下などを招き、金型の寿命を左右する要因の一つとなっている。

近年生産性向上を目的に部品成形サイクルの短縮化が進められており、ダイカストにおいても溶湯の急速充填や外部冷却の強化等が行われている。それに伴い金型表面はより急激な加熱と冷却を受けることとなり、発生する熱応力が増大してヒートチェックが発生しやすくなっていることから、発生を抑制することが重視されている。しかしながら実際の生産設備で鋼種や表面処理の影響を抽出して評価することは現実的に難しい。

そこで、実験的にヒートチェックを発生させるための評価装置を各社独自に導入しており、鋼種毎のヒートチェックの抑制度合い（耐ヒートチェック性）を評価している<sup>1)~5)</sup>。当社も独自の評価装置を導入して耐ヒートチェック性の評価を行ってきたが、表面全体が加熱される状況を模擬した試験しか出来なかった。実際の金型においては、必ずしも被加工材と金型表面全体が接触する訳ではない。従ってヒートチェックに及ぼす影響を評価するには、表面全体が加熱される状況の他、表面の一部のみが加熱される状況も模擬する必要がある。そこで当社はこの2種類の熱影響

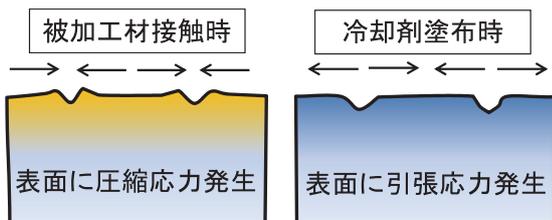


図1 金型使用時に表面に発生する応力

の状況を再現できるように、試験片表面に対して全面加熱および部分加熱の両方が可能な試験機を導入した。本報告ではその概要を紹介する。

## 2. ヒートチェック試験機の概要と特徴

ヒートチェック試験機の外観を図2に示す。ヒートチェック試験機は、制御盤、高周波発生装置、マッチングトランス (MT)、試験機本体、排気ダクトからなる。マッチングトランスは、高周波発生装置で発生した高周波エネルギーを加熱用コイルに効率よく伝達するための装置である。試験機本体には、噴射冷却孔を併設した高周波加熱用コイルと試験片固定台が組み込まれている。図3に試験片形状と加熱用コイル形状の概略を示す。試験片形状と加熱用コイルの組み合わせにより、円柱状試験片では全周に均熱域を持たせることで金型表面全体が加熱される状況を、平角状試験片では試験片の表面中央のみに均熱域を持たせることで金型表面の一部が加熱される状況を模擬することが出来る。表1に試験機の仕様について概要を示す。



図2 試験機外観

\* 研究・開発センター 新商品・技術開発室 商品開発2グループ

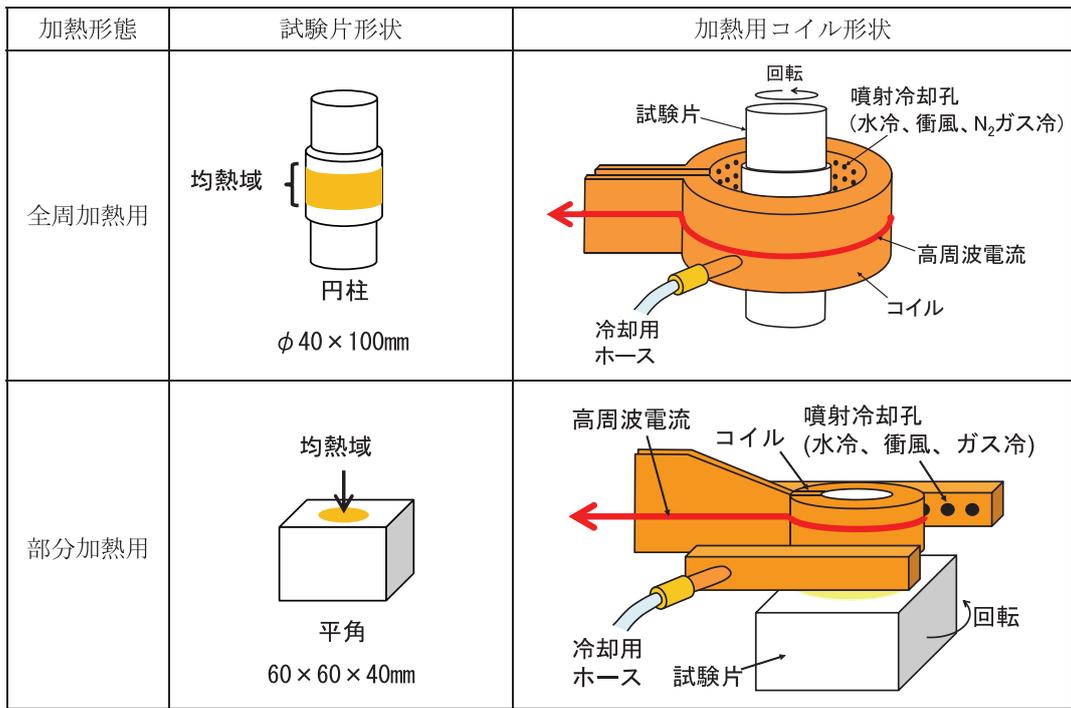


図3 試験片形状および加熱用コイル形状概略図

表1 ヒートチェック試験機仕様概要

項目	仕様	
	全周加熱用	部分加熱用
試験片形状	円柱状(φ40×100 mm)	平角状(60×60×40 mm)
加熱方式	高周波加熱	
高周波発振器出力および周波数	50kW、200±35kHz	
昇温速度	750℃まで約 10 秒以内	
加熱温度(常用)	~750℃	~600℃
均熱域	20 mm(長さ中心から上下 10 mm幅)	φ 30mm (60×60 面の中央)
均熱域内の温度分布	±10℃以内	±30℃以内
冷却方法	水冷、衝風冷却 (Air, N <sub>2</sub> gas)、温度制御冷却	
繰り返し数	最大 9999 回	

### 3. 試験後の試験片表面のヒートチェック発生状態

試験片表面の一部のみが加熱されたとき、表面に発生する熱応力分布は不均一になり、ヒートチェックの発生状況は部位により変化する。その状況を模擬した試験結果の一例として、図4にヒートチェック試験後の平角試験片表面の観察結果を示す。試験は加熱温度を500℃と600℃の2条件で実施し、冷却は水冷とした。また加熱冷却のサイクル数は500回とした。

加熱温度が500℃の場合、微細割れが点在した状態となっており、ヒートチェック発生初期の状況を再現している。また微細割れの分布状態は熱応力分布の違いから部位によって異なり、非均熱域の外周部は、均熱域の中央部より

も疎らに発生している。一方、加熱温度を600℃に上げた場合、500℃で実施した場合よりも熱応力が大きい割れが進展し、いずれの箇所も亀甲状の割れ(ヒートチェック)を形成している。また加熱温度が600℃の場合においても部位によって応力の発生状況が異なるため、中央部はランダムな方向に割れが入っているのに対し、外周部では、中央に対して放射状の方向に割れが伸びた形状を呈している。

このように加熱温度を変えることにより、発生する応力のレベルを変化させて割れの発生・進展過程を検証することが出来、また試験片の観察位置を変えることで熱応力分布の違いによる割れ形成の差異を観察することが出来る。そのため、実際の金型の使用状況を考慮したヒートチェックの形成状況を高度に解析することが可能である。

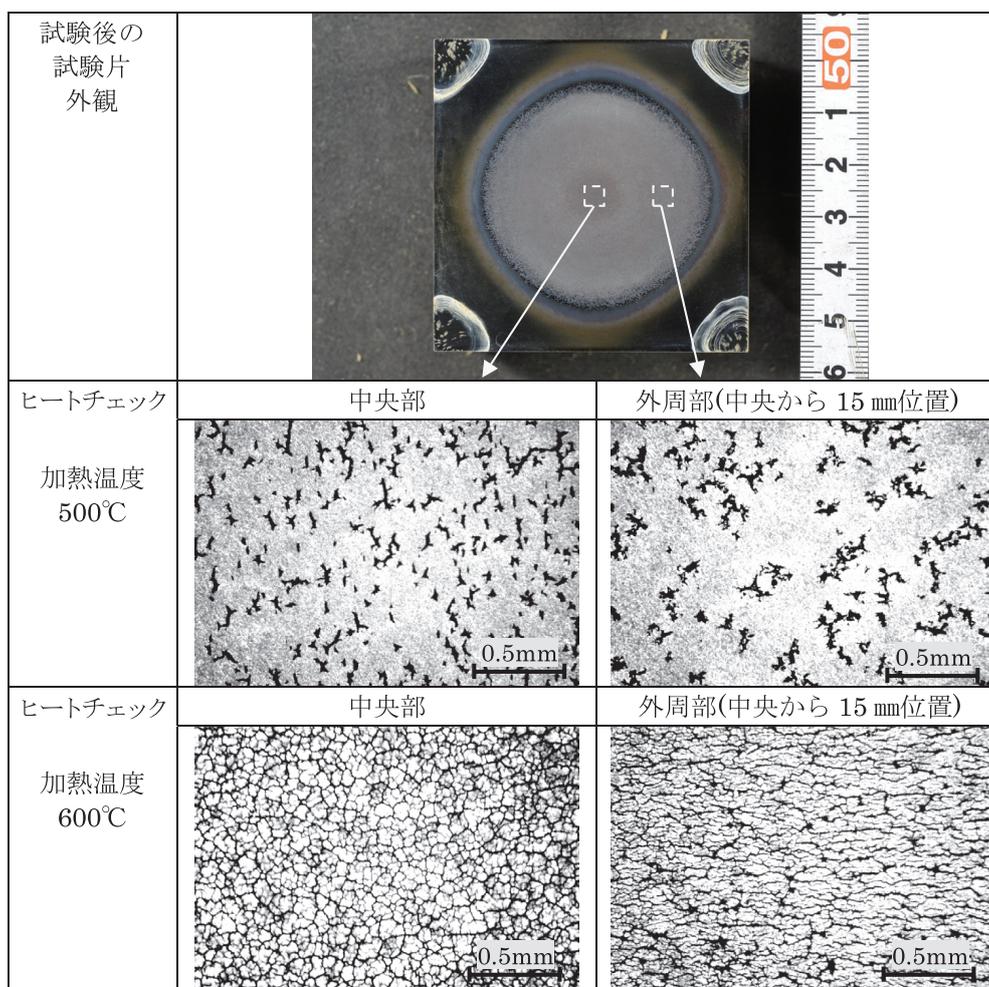


図4 ヒートチェック試験後の試験片外観および観察されたヒートチェック  
(500°Cまたは600°C加熱⇄水冷、500サイクル後)

#### 4. 終わりに

本設備は、異なる加熱状態におけるヒートチェックの形成状況を実験的に再現することで、金型の加熱状態に応じた鋼種毎の耐ヒートチェック性を評価することが出来る。この試験機を用いてヒートチェックの発生に及ぼす鋼種や表面処理、ミクロ組織等の影響について解析を進め、多様なユーザーニーズに対応した工具鋼の開発や特性改善に活用していく予定である。

- 4) 古田潤二:型技術, 22 (2007) 4, 27.
- 5) (社)日本熱処理技術協会:「熱間工具鋼材料の表面層の改善研究部会共同研究成果発表会講演集」(1998)

#### 参考文献

- 1) 豊田裕至、森時彦、細見広次、保前正夫、水野幸隆、寺林武司:鉄と鋼, 70 (1984) 13, S1273.
- 2) 松田幸紀、須藤興一:電気製鋼, 57 (1986) 3, 181.
- 3) 石黒輝雄、高尾清利、鈴木大介、佐野正明、国枝正典、山崎久男、西村仁:山梨県工業技術センター研究報告, No.25 (2011) , 128.