品質工学を活用したCAE最適設計とKISTECの支援事例

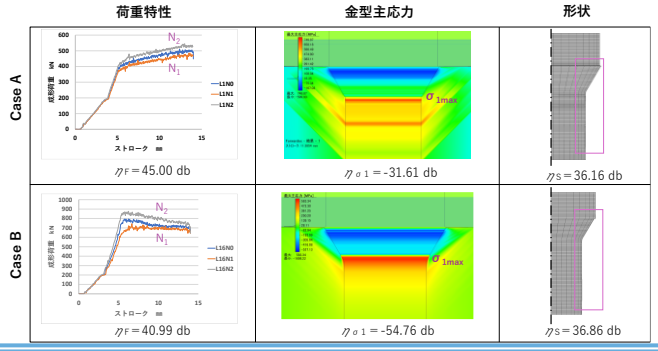
高橋和仁（情報・生産部設計試作グループ）

CAE、塑性加工解析、品質工学、最適化

冷間鍛造CAEと品質工学を組み合わせ、加工特性の定量評価とロバストな設計・加工条件の最適化を目指す。成形荷重、金型応力、形状精度などをSN比により評価するとともに、トライボシミュレータ（スパイクテスト）を用いた摩擦状態の定量化により、鍛造解析の評価精度向上を図る。

● 鍛造CAEの解析結果を「評価できる情報」に

評価に用いる鍛造解析結果（荷重・金型主応力・成形形状）



荷重特性・金型最大主応力・成形形状を比較し、各特性をSN比で指標化。

複数の特性を同時に確認することで、加工条件ごとの長所とトレードオフを把握。

● パラメータ設計によるロバストな条件探索

鍛造設計・成形条件の最適化（パラメータ設計）

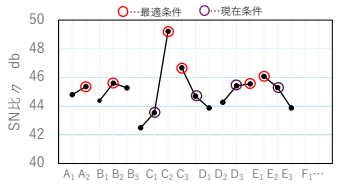
■目的
鍛造仕事の安定化と寸法精度の向上
■評価体系
信号因子：ストローク
誤差因子：摩擦・温度・速度
制御因子：A～F
■評価指標
標準SN比（機能性）
望目特性SN比（金型主応力）※または望小特性
望目特性SN比（寸法）

誤差因子

誤差因子	N_1	N_0	N_2
摩擦係数	-10%	nominal	10%
材料初期温度	10%	nominal	-10%
クランク速度	-10%	nominal	10%

制御因子

設計条件 ＼ 水準	1	2	3
A 境界条件	A	B	----
B 金型材料	粉末高速度工具鋼	冷間ダイス鋼A	冷間ダイス鋼B
C 金型形状条件	形状A	形状B	形状C
D 摩擦係数	0.1	0.15	0.2
E 材料温度（初期）	15	20	25
F クランク速度 （spm）	2	4	6



■最適条件
A2 B2 C3 D1 E3 F1
■確認実験

(db)

	最適	初期	利得
推定	51.02	44.51	6.51
確認	50.96	42.74	8.22

■結果（SN比）
・鍛造仕事（機能性）：44.51 db→ 51.02 db
機能のばらつき：約1/2低減
・金型主応力：-55.06 db → -27.73 db
・寸法特性　：58.90 db → 59.93 db
σ ： 0.0042㎜ → 0.0038㎜

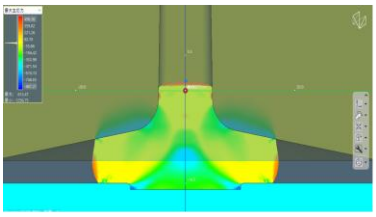
鍛造仕事のSN比
44.51 → 51.02 db

摩擦・温度・速度などの変動を考慮し、適正な制御因子の組合せを検討。

解析モデル上で、鍛造仕事の安定性と成形精度の改善可能性を示した。

● 「トライボシミュレータ」スパイクテストで摩擦状態を把握

［トライボシミュレータ］
スパイクテストの
シミュレーションと試験


スパイクテストシミュレーション

スパイクテスト試験装置

試験片（試験後）

実験とCAEシミュレーションを対応付け、摩擦係数を推定。

ノモグラフを用いて摩擦状態を定量化し、鍛造解析の条件設定・評価精度の向上を図る。

実機検証による評価手法の高度化を進め、CAEと品質工学を融合した設計最適化システムの構築を目指す。さらに、評価および最適条件選定の自動化やデジタル設計支援ツールへの発展を図り、製造現場における設計品質の安定化と開発効率の向上につなげる。

KISTEC Innovation Hub 2026

地方独立行政法人
KISTEC 神奈川県立産業技術総合研究所

問い合わせ先
情報・生産技術部設計試作グループ
TEL 046-236-1500