

塑性加工の
総合専門誌
PRESS
WORKING

プレス技術

7

Jul.
2025
Vol.63
No.7

特集

銅・銅合金塑性加工の最前線

巻頭インタビュー

(株)一志精工電機 代表取締役 北角真一氏

スペシャルレポート

AIを駆使してプレス・鍛造技術の高度化を図る

好評連載

中小モノづくり企業が知っておきたいデジタル時代の人材育成術

狭窄ノズルアーク

新製品

500mm幅フープ材
自動接合装置

MFW-500FTA/R

HOOP WELDER フープウェルダー



株式会社 ムラタ溶研



プレス不良や金型突発故障に向き合う製造現場のためのセンシングと金型管理

(株)KMC 佐藤声喜*

職人技術や経験に頼った従来のプレス製造・金型ではもはや生き残れない時代となった。人手不足、特にベテラン人材が退職し、若手が育っていない。本稿では最新のプレス「金型・センサ・センシング」と得られるデータから利益を生み出す「金型管理システム」を紹介し、運用事例と効果について論じる。

普及が進む「半導体ひずみセンサ」

2023年10月のMF-TOKYOで新製品発表した「半導体ひずみセンサユニット」のプレス製造現場への導入が活発だ。大学の実験などでひずみセンサを使った経験をもつ読者も多いと思うが、従来品は、温度ドリフトやプレスセンサの用途としては強度、耐久性、耐油性がなく、実運用には向かなかった。また、ロードセルは測定したい荷重に合わせた種類の選択が必要で、増幅にアンプも要る。価格も30万～60万円と高価なシステムとなる課題があった。当社が新たに開発した半導体ひずみセンサユニットの特色を以下に記す。

- ① アンプレス超小型ひずみ・圧力センサ：センサ内にマイコン実装の半導体センサを使用
- ② さまざまなプレス圧力への対応を可能にするセンサ素子のゲイン調整機能、ダイレクトひずみ計測（電流値）も可能
- ③ 超小型設計で金型内やパンチ・ダイなどへ

の局所設置も可能、角型ひずみ・丸型圧力センサの2種類を用意

- ④ 業界最高精度 $\pm 1\mu\epsilon$ （マイクロストレイン：1kmで1mmの変位測定が可能）
- ⑤ 耐震性、耐薬品性、耐久性に優れたセンサユニット構造（鋼材熱処理ケース・センサ部被覆構造が特許）
- ⑥ データ通信は無線と有線ユニットが選択でき、プレスカム信号と連携し、データ量の抑制も可能
- ⑦ 安価：角型センサ228,000円、丸形センサ248,000円（有線・無線ユニット別、表示ソフト別）

製造現場や金型にプレスセンシングの導入が進むのはなぜか。現場を悩ますプレス不良に要因があり、その撲滅が喫緊の課題だ。プレス不良の実に70%が金型起因の不具合と言われる。不良に至る原因究明や不良メカニズムの解明が求められ、プレス変動の可視化と分析への期待が大きい。熟練者は音や振動、温度などを五感で感じ取り、長年の経験で不良予知の判断をしているが、熟練者が減少する中、体で覚えるには時間のかかる技術・ノウハウを「徒弟制度的教育」で若者に伝えるには限界がある。

人口減少の今、まずはプレス金型・プレス機のセンシングから始めよう。データを取り、適切な判断と不良を防止するシステムに取り組むチャンスである。今からでも遅くない。まずは現場での勉強から始めてほしい。見えないものが見えるのがセンサ・センシングシステムの世界である。

*（さとう せいき）：代表取締役社長 工学博士
〒213-0012 川崎市高津区坂戸 3-2-1 かながわサイエンスパーク東棟 606
TEL：044-322-0400

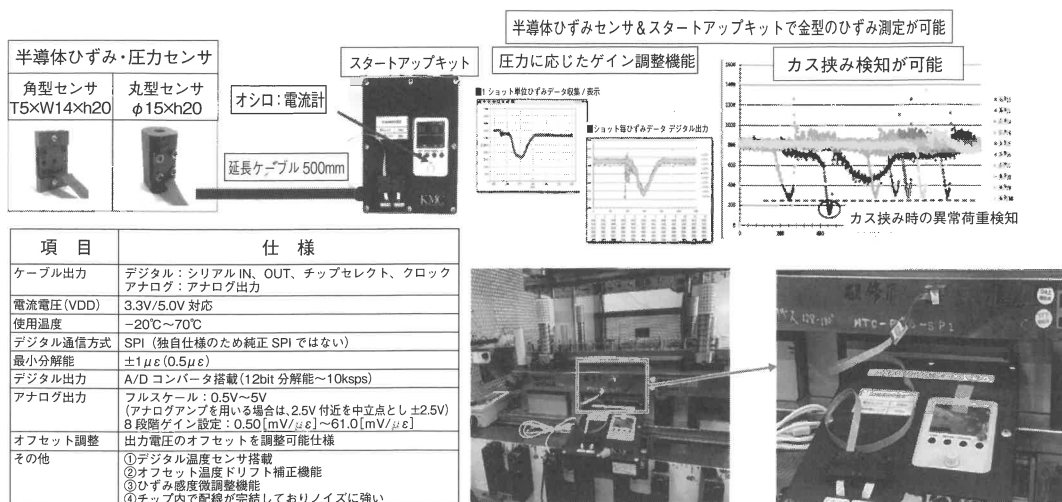


図1 半導体ひずみセンサユニット (角型ひずみセンサと丸型圧力センサ、センサ仕様、スタートアップキットによる異常検知)

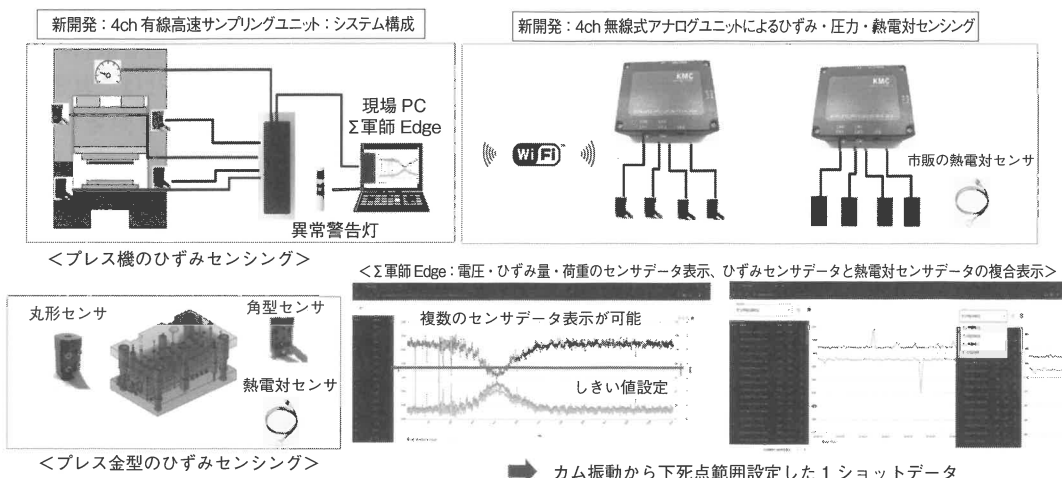


図2 プレスモニタリングのシステム図 (プレス機・金型ひずみ+熱電対による型温測定とΣ軍師 Edge データ例)

プレス金型・プレス機変位計測と監視システム事例

1. 半導体ひずみセンサユニットと携帯用「スタートアップキット」による金型・設備のひずみ・変位測定
プレス不良の原因は、金型とプレス機の変位にある。変位がなければ良品となるが、プレスの場合、材料の板厚や硬度に変動があり、良品条件を維持することは難しい。そのため、ひずみを簡単に自由に計測したいとの要望が強かった。そこで「スタートアップキット」を開発し、「金型・設備の変位聴診器」を実用化した (図1)。1台あれば、工場内のさまざまな金型やプレス機の変位を簡単に測定できるシステムだ。同図右下の写真は、カ

ス挟み検知の実際の評価で、十分に荷重差が計測できることが判明し、常設に至った事例である。

2. 4ch 有線式・無線式カム信号連携「プレスモニタリング」システム (金型・プレス機常設)

常設用には、1ch と 4ch の無線・有線ユニットとひずみセンサを連結させた「プレスモニタリング」システムが活躍している (図2)。金型にもプレス機にも複数のひずみセンサとセンサユニットが設置され、常時変位監視ができるシステムだ。現場 PC「Σ軍師 Edge」のデジタルデータ監視 (1ショットグラフと数値表示) としきい値設定により、異常監視と赤色灯とを連携させた警告機能や、CSV 出力により生産技術者による分析も可能だ。

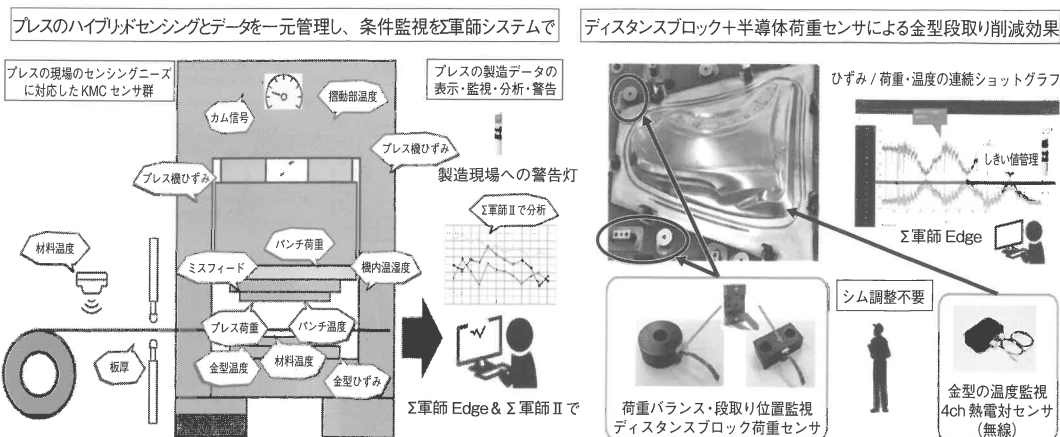


図3 ハイブリッドセンシングと自動車などのプレス板金金型の圧力調整「ディスタンスブロックセンサ」

3. 自動車などの薄板板金プレスに活用が進む「ディスタンスブロックひずみセンシング」システム

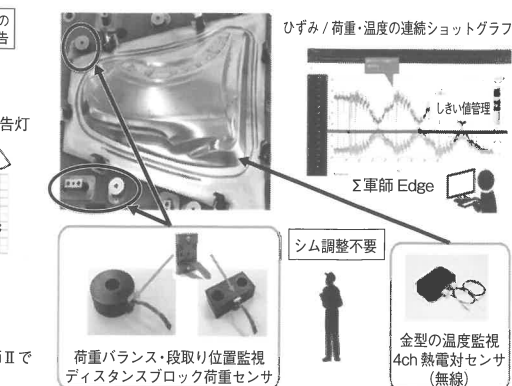
自動車の外板・内板などの薄板板金プレスでは、絞り割れやかす挟み、金型の突発故障が現場の大きな課題だ。原因の一つに上下金型の圧力バランスの異常（崩れ）があり、それを防ぐため、始業点検（トライ）でディスタンスブロックに光明丹を塗り、あたり面を確認し、シムを挟んで圧力バランスを調整している。熟練者でないとその調整は難しく、プレス現場の大きな課題となっている。当社は半導体ひずみセンサをディスタンスブロックに付けて荷重を計測し、バランス調整と圧力の可視化、シムを挟むか否かの判断をデジタル化するシステムを開発した（図3、特許申請中）。順送金型でも実際の荷重を測定したいとの要望がある。

4. 開発が進む各種プレスセンサとその組合せによるハイブリッドセンシング

センサを導入して試したが、予兆監視につながるデータが取れず、分析も進まないとの生産技術者の嘆きの声を聞く。経営層も効果が見えないならと投資を抑える。現実には、センサデータをCSVでかき集め、Excelを使い手作業で分析しなければならない。ムダな生産技術工数がかかっている。原因の一つに中途半端なセンサの購入がある。また、センサメーカーごとにアンプや評価ソフトがあり、原因究明の組合せ評価ができないといったシステムの課題もある（プレス機の周りがアンプとモニタだらけ）。

当社は、不良モードに応じたセンサ、データを

ディスタンスブロック+半導体荷重センサによる金型段取り削減効果



一元管理するΣ軍師 Edge、総合的に判断・予兆監視するソフトウェア「Σ軍師Ⅱ」を組み合わせたシステムを提供している。適切な最新のセンサを導入すべきタイミングだ。当社はこれまでにさまざまなプレスに関するセンサを開発してきた。不良モードに応じたセンサを以下に挙げる（図4）。

- ① 材料センサ：板厚測定センサ・材料の非接触温度センサ
- ② ミスフィードセンサ：順送金型などの材料の送り不具合をパイロット穴を利用し、半導体ひずみセンサで測定
- ③ プレス金型内圧センシング：センサプレートに4～16chの丸形センサを組み込み、内圧分布を測定
- ④ パンチ荷重・背圧センシング：パンチ後端に丸形センサを組み込み、パンチにかかる荷重を測定
- ⑤ パンチ曲がり計測センサ：平板のプレートに半導体ひずみセンサを貼り付け、パンチにかかる曲がり応力を測定
- ⑥ パンチ・ダイの光ファイバー温度センサ：熱電対では得られない高精度・高速温度センシング
- ⑦ プレス機・金型のひずみ・圧力センサ・熱電対センサ：図2参照
- ⑧ プレス材料・金型の温度センシング：「サーモモニタリン」
- ⑨ プレス機内、工場の環境温湿度センサ：Stethoscope II無線式温湿度センサ
- ⑩ 研究開発：エアーマイクロ／渦流式型開き

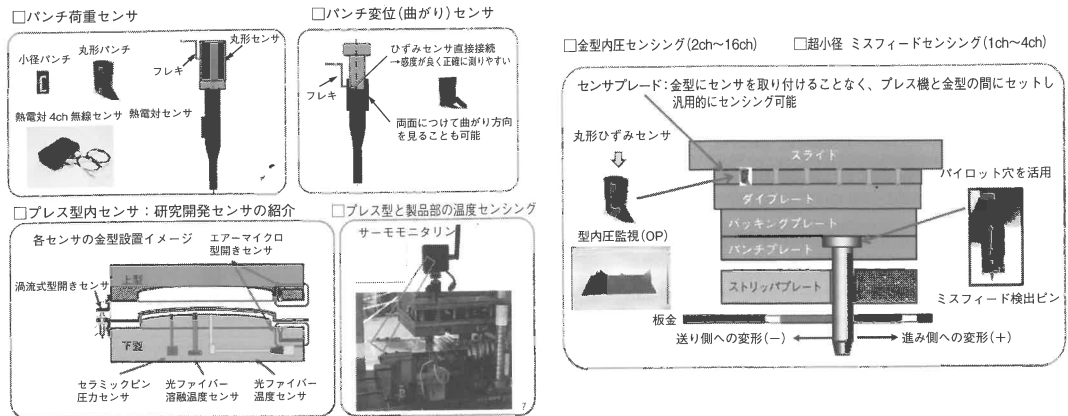


図4 プレス不良に応じた各種プレス機・金型センサ

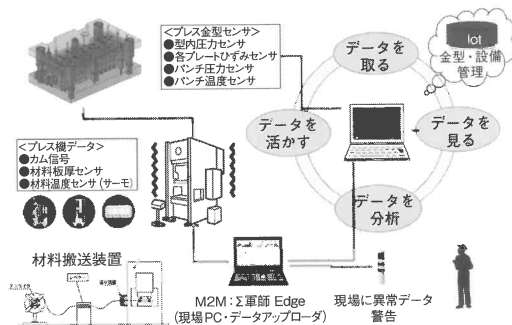


図5 「Σ軍師Ⅱ」による各種センサデータの一元管理と分析機能・予兆監視機能

センサ、光ファイバー温度センサ、セラミックピン型内圧力センサ

上記以外にもさまざまなセンサを開発した。ぜひ、課題とともに問い合わせてほしい。

プレス不良分析と「プレスΣ軍師Ⅱ AI Plus」

複数種類のセンサデータを一元管理し、その組合せ分析やデータの傾向値分析、異常値分析など、不良の“メカニズム分析”をしたいとの声を生産技術者から聞く。当社が開発した、データの一元管理・分析・予兆監視に向けたΣ軍師Ⅱのソフトウェアの機能を紹介する(図5)。

- ① 生産情報(品名や生産日時など)入力、または生産管理システム情報とのシステム連携機能(オプション、以下OP)
- ② 複数のセンサデータのマルチデータ分析(不良に対する因子選択)、一元管理と長期データ保存

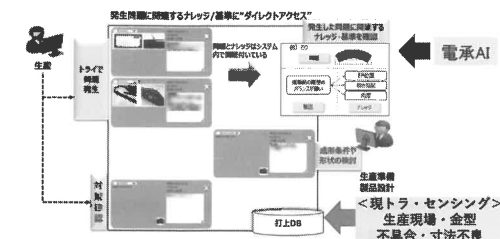
- ③ 不良変化点管理機能: 不良モード、金型変化点、設備変化点、材料変化点入力(タグ付け機能とセンサデータとマルチデータ表示機能)
- ④ 多重しきい値設定機能: 上限・下限だけでなく何段階ものしきい値設定が可能、不良予知管理に活用
- ⑤ 各センサデータの傾向値管理機能と異常値管理機能: 温度上昇傾向や振動異常、ひずみ異常などの異常値管理
- ⑥ 良品データと不良品データの比較機能: 不良はいつも起こるわけではないため、良品条件を見つけ出して常に比較が重要
- ⑦ 統計管理機能: 標準偏差機能、箱ひげ分析(統計処理が自動化されているため Excel 操作なし)
- ⑧ 他社センサとのデータ連携: OP として、他社センサデータ取込み機能(同期表示)
- ⑨ 金型 IoT・設備 IoT とのデータベース連携

熟練者不足の今、電承で新時代のノウハウ伝承・技術創生・育成

- ・暗黙知として技術員同志、部署間、現場との会話に含まれるノウハウをデジタル化
- ・デジタル会話中のキーテクノロジーと新技術を、自動分類、ナレッジとして自動標準化
- ・ベテランの検図や他部署からの指摘事項をDRごとに対策を管理し、抜け漏れを減縮
- ・開発効率化に向け、社内技術システムや金型見張り・部品見張り・購買情報連携
- ・電承には、社内技術規格・CAD・CAEマニュアル連携や新人向けDX教育ツール

技術ノウハウ伝承のキーテクノロジーは、コミュニケーション（会話）にあり

- 部品ごとに問題と対策のやり取りを履歴として管理し、ナレッジ化・規格化
- 社内だけでなく外協サプライヤーとも履歴・対応を履歴含め共有化可能
- 発生した問題の「対策状況・ナレッジや基準」をDBから確認し早期問題対策可能



技術ノウハウ・ナレッジの検索には電承AI・実際の不具合対策・標準化は電承

事象・不良・対策等の因子・キーワードを検出 同じ失敗を繰り返さない！



図6 デジタル技術伝承・エンジニア育成システム「ナレッジ電承 AI Plus」システム

やすでに導入済みの自社システム連携も可能(OP)

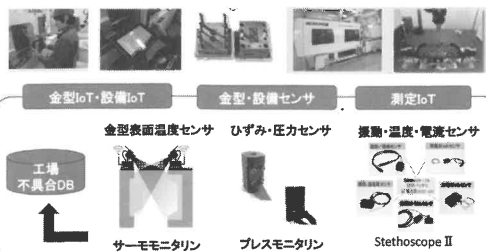
プレス技術伝承への「ナレッジ電承システム」

プレス製造現場のデジタル化が進むとプレスのノウハウや技術を人から人へどう伝承すべきか悩み始める。元来、デジタルセンサ・センシングシステムはあくまでも製造現場の効率化・自動化のための補助的ツールであるべきで、技術を伝承し、技術者を継続して育成するシステム・仕組みが必要だ。そのための「ナレッジ電承システム」(図6)の特色を以下に挙げる。

- ① あらかじめ当社保有のプレスナレッジを実装 (OP)：ベテランのノウハウをヒアリングし、標準ナレッジ化するには多大な工数や高額なコンサル費用が必要だが、本システムは当社の経験したプレスナレッジおよび樹脂成形ナレッジを実装した
- ② コミュニケーション機能 (人と人、部署間、サプライヤーなどの企業間情報連携)：ホワイトボードのように会話や問合せ、打ち

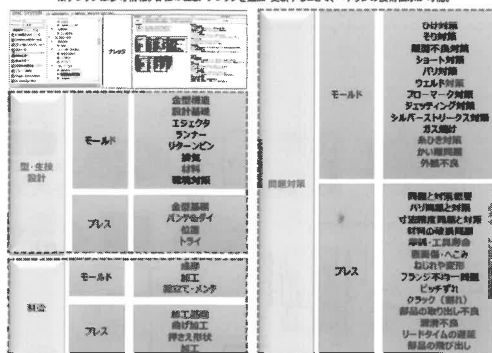
デジタルツイン：設計・生技・型設計と現場を直結現トラ(生産不具合)

これからの現トラは、作業経験から設備・金型のセンシングに移行



新開発：プレスと樹脂型設計に関するナレッジを標準搭載(技術の底上げ)

※ナレッジは参考情報。各社の経験・ナレッジを追加・更新することで、ベテランの技術伝承が可能。



上げなどをエビデンス化することで、半自動的にナレッジとして分類可能。新たなナレッジも標準化が可能

- ③ 打上げ管理機能
- ④ 現行トラブル（現トラ）・製造現場データと「ナレッジ電承」を結ぶデジタルツイン機能
- ⑤ 検図やデザインレビュー（DR）管理（打上げ項目に対する対策完了をDR1・2・3と件数管理）

金型IoTを実現する金型管理システム

不良を未然に防止するには、金型のメンテナンスが重要だ。金型管理システムは、金型不良管理やメンテナンス計画など部品製造における金型管理機能を網羅するソフトウェアである。当社が提供する「金型電子カルテ」(図7)は、QRコードを起点とした管理手法において特許を取得しており、従来の金型管理システムとは一線を画した独自の仕組みとなっている。その差別化された機能と現場運用のしやすさから、導入企業での活用

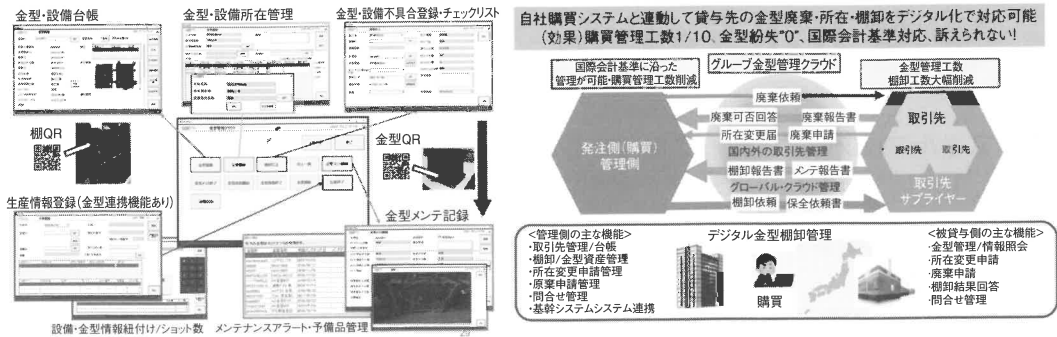


図7 金型管理システム「金型電子カルテ」の機能

が進んでおり、業界内でも高い評価を得ている。

- ① 金型台帳機能：金型基本情報と関連書類・データの管理機能、所在管理（移動履歴）機能
- ② 不良管理機能：トライ履歴機能、トライチェック機能
- ③ ショット数連携機能：プレス機などのショット数入力・プレス機自動連携機能（M2M）
- ④ メンテナンス機能：メンテナンス履歴、生産条件表示、生産履歴機能、メンテナンスアラート機能
- ⑤ 予備品管理機能：部品交換アラート機能、在庫管理、自動発注機能

- ⑥ チェックシート機能：膨大なチェックシートをタブレットで記録、ISO 対策にも活用
- ⑦ ダッシュボード機能：不具合ランキング、金型修理ランキング、金型修理件数・修理費用統計など
- ⑧ 貸与先管理機能：サプライヤーへの金型廃棄連絡、デジタル実地棚卸機能、貸し手・借り手の双方が1システムに

☆

☆

最新のセンサによるプレス機・金型製造管理システム・IoT 管理システムは、ようやく現場に役に立つ段階に入った。2023 年までとは明らかに様相が違う。“やってみなはれ” 精神で挑戦してほしい。