



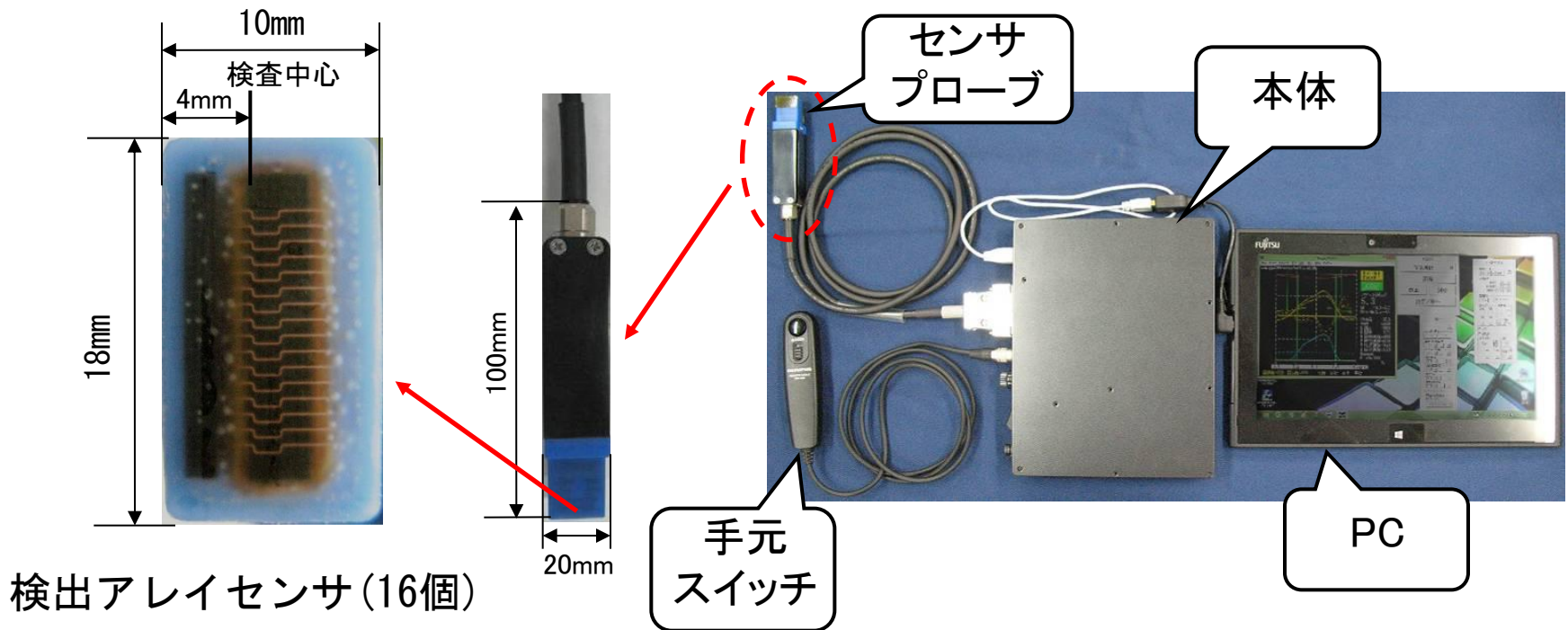
# ナゲットプロファイラーのご紹介

作成：2010年06月10日  
改訂：2025年09月03日

# 1. 装置構成

本装置は以下の4点で構成しています。

- ・ 本体 : ハードウェア制御, および励磁電圧パターン作成機能
- ・ タブレットPC : データ解析, およびマンマシーンIF機能
- ・ センサプローブ : 磁束発生およびデータ取得機能
- ・ 手元スイッチ : 検査データ記録トリガ機能



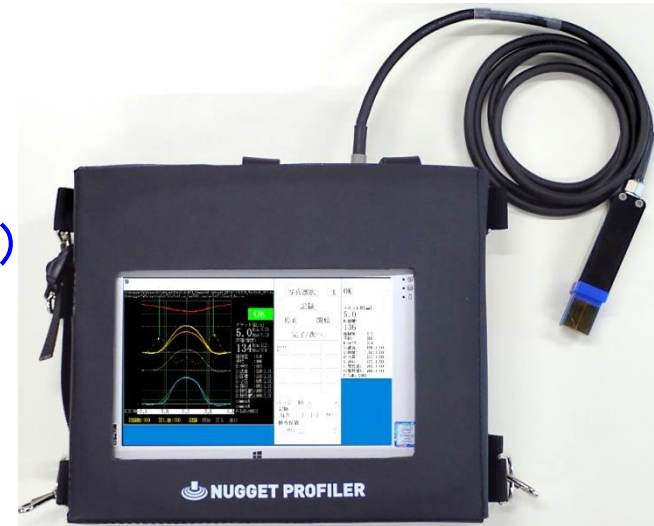
## 2. ナゲットプロファイラーとは

**磁気を利用したスポット溶接の検査機です。**

※ナゲットプロファイラーをNPと表記します。

特徴：

- ① ナゲットを数値化できます。
- ② ナゲットと圧接の判別が可能です。
- ③ ジェル、水などの媒体は必要ありません。  
(超音波方式はジェル、水などの媒体が必要です。)
- ④ センサーを軽く当てて検査します。
- ⑤ 検査速度は1打点あたり4秒程度です。
- ⑥ 結果を電子ファイルに自動保存します。
- ⑦ バッテリーで駆動します(ライン内に持ち込み可能です)。



**簡単にスポット溶接のナゲットを数値化できる検査機です。**

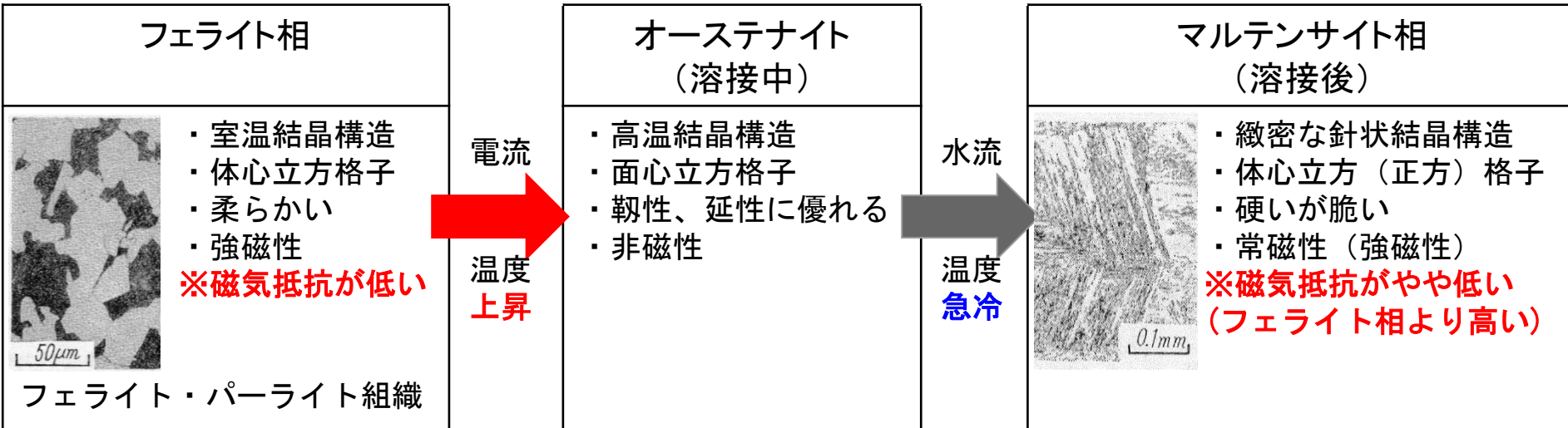
⇒同位置の溶接が一定品質を維持しているか確認可能

### 3. 他の検査方法との比較

	ナゲット プロファイラー	超音波方式	ドライバチェック たがね試験
検出内容	金属組織の変化量	音響インピーダンス 変化点までの距離	機械的強度
検査対象物	鋼板, 鋼板と異材接合	鉄、非鉄金属	鉄、非鉄金属
検査可能場所	○: 検査面周辺に 凸が無い箇所 (センサー接触面積18x10mm)	◎: 単一タイプ ○: アレイタイプ	△ 工具の入らない 箇所は不可
ナゲットの定量化	○	×: 単一タイプ △: アレイタイプ	×
圧接との区別	○ (定量値の比較による)	△	○
検査物へのダメージ	無し	水、ジェルの 拭き取りが必要。 ⇒金属腐食	曲がりが生じ、 叩き戻しが必要。 ⇒金属疲労
3枚板の検査	△ (表裏から検査)	○	△ (表裏から検査)
ハイテン材への適用	○	○	△ (溶接部に亀裂の恐れ有)
検査時間	○	△	◎
トレーサビリティ	○	○	×

# 4. 鋼材の変化

## 4-1. 鋼材の温度による相の変化



## 4-2. スポット溶接による組織変化

スポット溶接後は明らかに鋼板の組織が変化している。

下図左は良品。右は不良品。

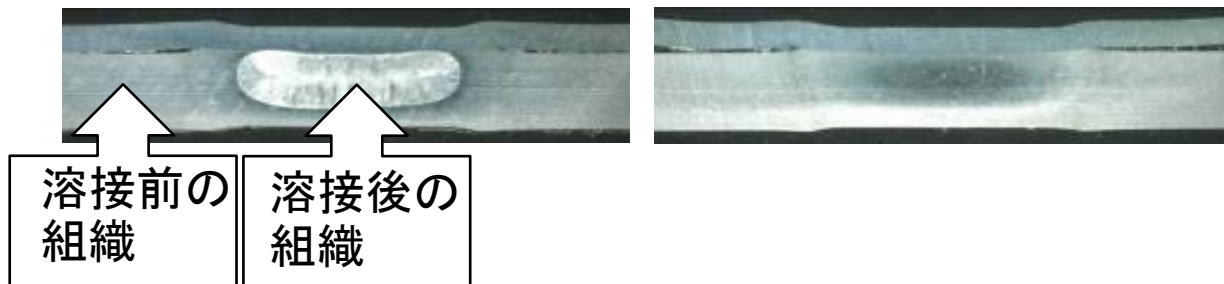


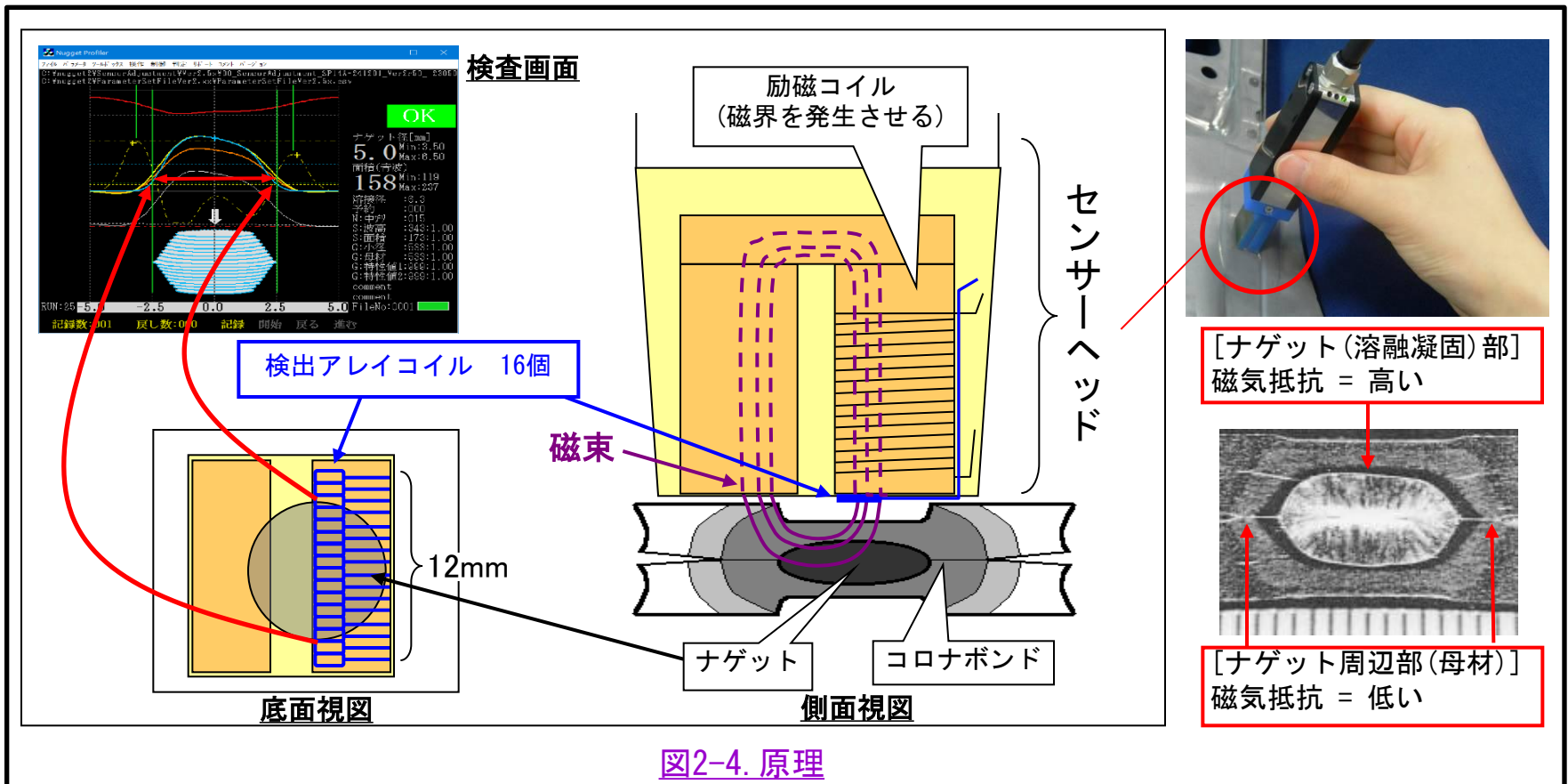
図4.溶接部断面写真

# 5. 検査理論概要とセンサー構造

本磁気センサーは二つのコイルで構成されます。

- ①励磁コイル：磁気を発生させる電磁石
- ②検出コイル：発生した磁束を電気信号に変換し取得するコイル

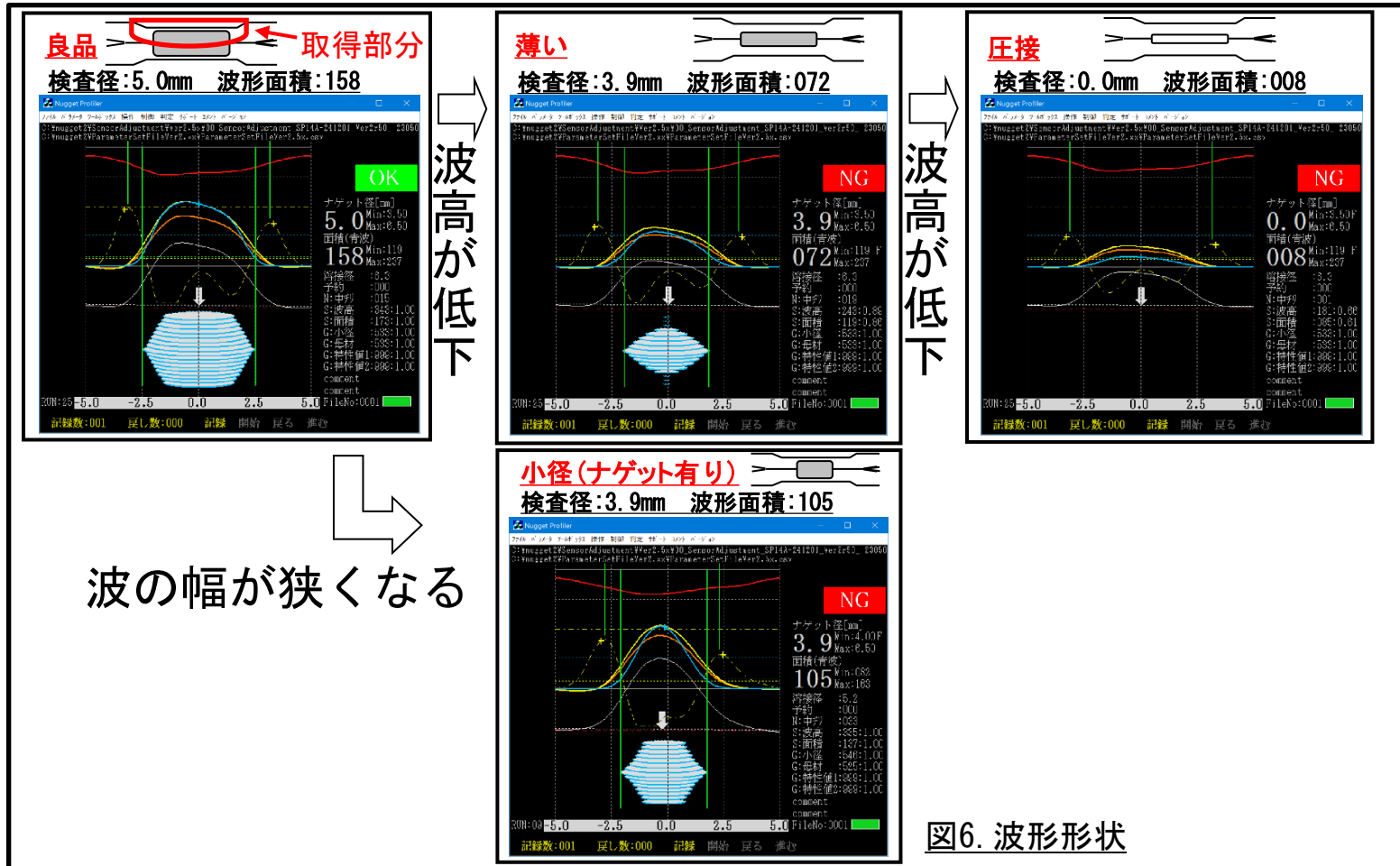
溶接部と母材部との磁気抵抗の差を検出コイル16個で取得し波形化します。



# 6. 溶接品質

## 6.1. 溶接品質と検査値との比較

磁気抵抗の取得部分は下図赤部分(2枚板の1枚目から2枚目の間)です。溶接品質の変化により、検査波形が下図の様に遷移します。よって検査結果として、径のみではなく波形面積(成長度)も管理する事が望ましいです。



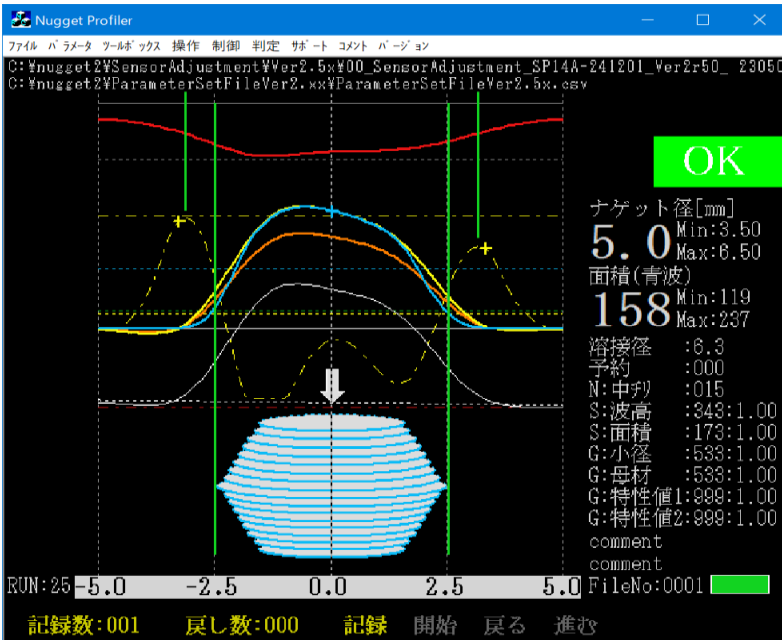
# 7. 圧接とナゲットの判別

良品(ナゲット)と不良品(圧接状態)を検査した際の解析結果(検査波形)を下表に示します。下表の一番下の『差分』の項が解析結果です。これは黄波と橙波の差分値となります。

- ・良品検査時 ⇒青波(差分)が高い山状になります。
- ・不良品検査時⇒青波(差分)が平らもしくは低い山状になります。

※良品/不良品の判定は破壊試験を元に、パラメータで設定します。

## 検査画面 (良品検査時)



※赤線は表面形状を推測しております。

	良品(ナゲット)	不良品(圧接状態)
マクロ写真 (カット断面)		
弱磁界 検査画面:橙波 (不要情報)		
強磁界 検査画面:黄波 (要+不要情報)		
差分 検査画面:青波 ※解析結果 (要情報)		

## 8. ナゲットプロファイラーの導入目的

### 従来

条件出し

- ・ 溶接条件
- ・ チップ交換間隔
- ・ 溶接ガンティーチング

製造

- ・ 溶接実施

出荷



### 提案

出荷品質の安定化、向上のための **PDCAサイクル** を構築

条件出し (P:計画)

- ・ 溶接条件
- ・ チップ交換間隔
- ・ 溶接ガンティーチング

製造 (D:実行)

- ・ 溶接実施

検査 (C:評価)

- ・ 品質の安定度確認

**不安定箇所の抽出**

出荷

- ・ 出荷物の品質向上



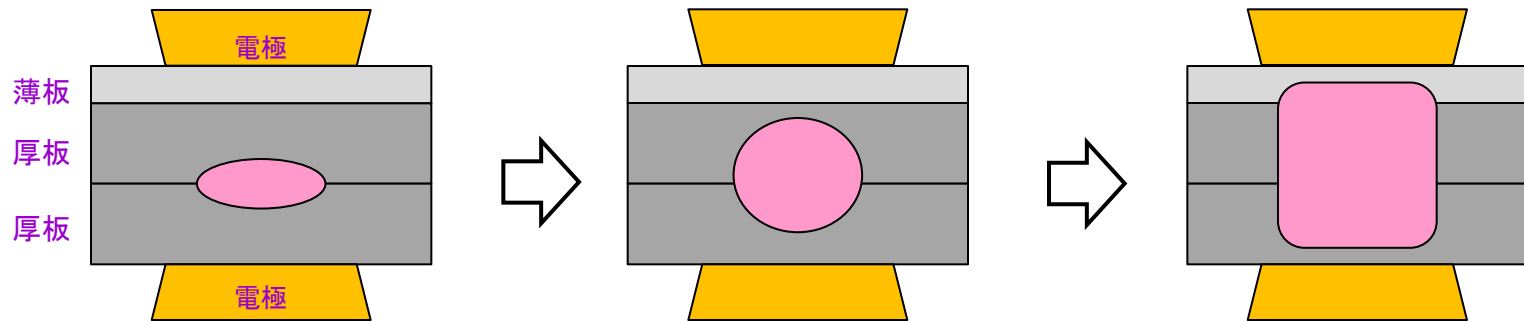
**フィードバック (A:改善)**

- ① ドレッシング/電極交換の間隔を短くする。
- ② ティーチングを見直し、斜め打ちを解消する。
- ③ 板隙を解消する。
- ④ 溶接条件(電流/サイクル/加圧力)を再検討する。

**ナゲットプロファイラーで検査**  
変動の大きい溶接打点を発見  
⇒工程を安定させる

# 9. 補足資料：3枚板の溶接について

3枚板を溶接する際、以下のようにナゲットが形成されます。



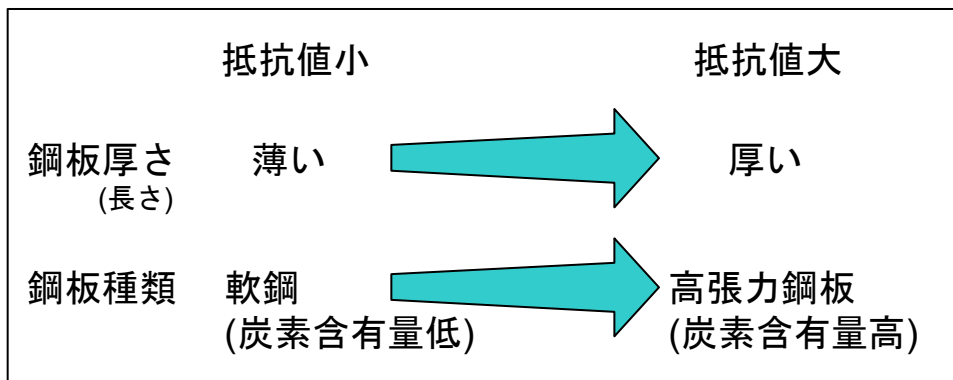
## 【3枚重ね鋼板のナゲット形成順番】

- ・厚板/厚板間から始まり、薄板/厚板間の順番
- ・高張力鋼板同士から始まり、軟鋼板-高張力鋼板の順番  
→電気抵抗の高い箇所からナゲット形成が始まる。

## 【引用元】

溶接学論文集  
第35巻(2017)第1号 他

## ○鋼板厚さと種類の電気抵抗



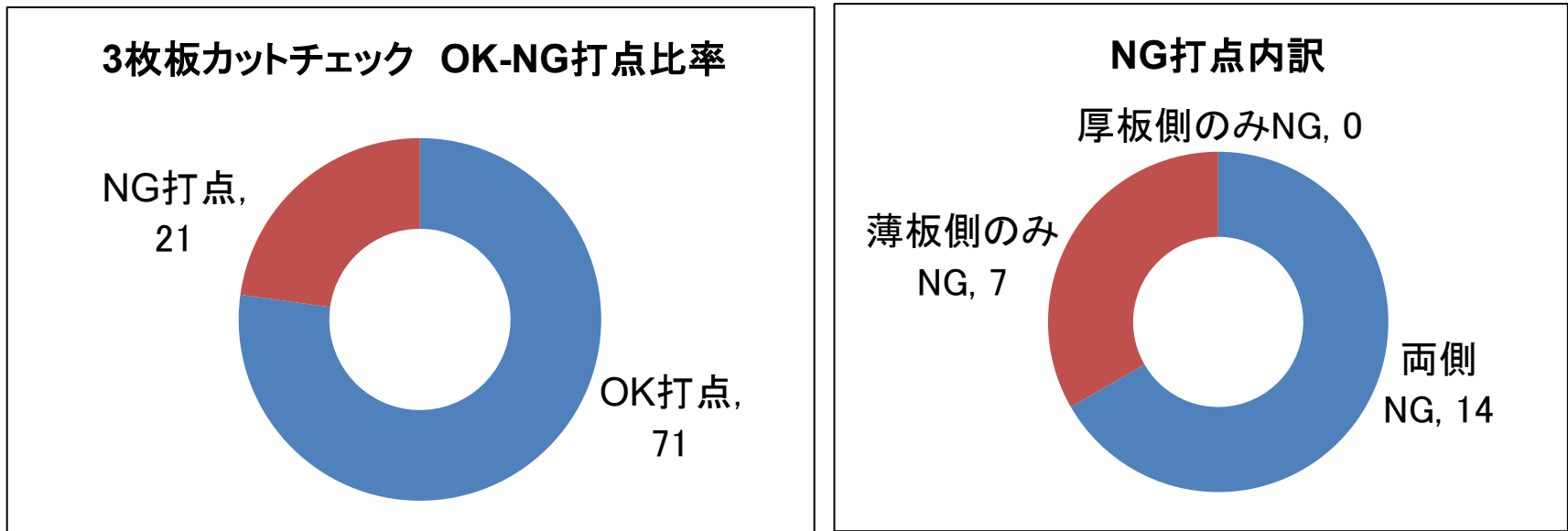
$$R = \rho \frac{l}{A}$$

R=電気抵抗  
ρ=電気抵抗率  
l=長さ  
A=断面積

鉄鋼材料の種類	電気抵抗 ( $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ )
炭素鋼(Cが0.1%:S10C相当) …	14.2
炭素鋼(Cが0.2%:S20C相当) …	16.9
炭素鋼(Cが0.4%:S40C相当) …	17.1

## 9. 補足資料：3枚板の溶接について



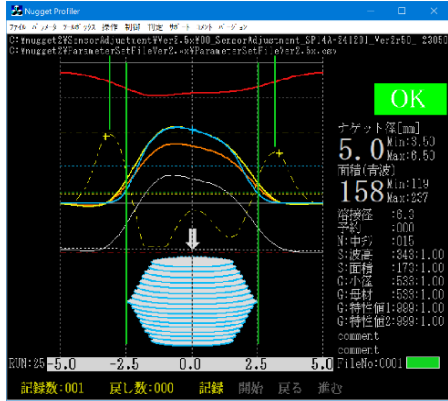
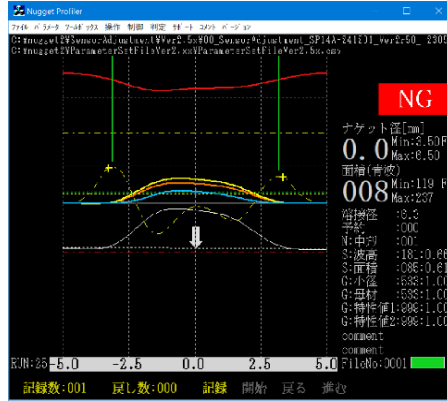
様々な溶接条件で3枚重ね溶接を92打点実施しました。  
上記のカットチェック検査を行い、溶接状態を確認しました。



### [カットチェック検査]

カットチェック検査とは実際にサンプルを破壊し、溶接径を測る検査方法。

○OK品、NG品の比較

項目	OK品	NG品
マクロ写真		
状態	熔融凝固	固相接合 (圧接=cold joint)
組織	変化十分 (マルテンサイト)	変化不十分
磁気抵抗	やや低い (フェライト相より高い)	低い
検査波形	 <p>凸高い</p>	 <p>凸低い</p>

○磁気抵抗が変化する項目

項目	S/N	強磁界 (黄波形)	弱磁界 (橙波形)
形状変化 (曲げ・プレスなど)	ノイズ	取得	取得
加圧 (スポット溶接時)	ノイズ	取得	取得
加熱 (組織変化を伴わない)	ノイズ	取得	取得
組織変化 (マルテンサイト変態)	シグナル	取得	取得少量

# 10. 装置仕様

装置タイプ	可搬型	据置型
型式	NPH03B	NPF02
本体外形	285 (w) × 205 (D) × 70 (H) mm (突起部除く)	350 (W) × 255 (D) × 100 (H) mm (突起部除く)
重量	2.32kg	3.36kg (本体のみ)
画面表示部	TOUGHBOOK 10inch	任意
溶接検査部	検査溶接径 (標準センサ)	3mm～7mm [インデケーション径 8mm以下; 有効センサ幅11mm] (上記範囲外も対応できる可能性有り、要相談)
	被検査板厚 (検査面1枚の厚さ)	0.7mm～2.3mm (左記範囲外も対応できる可能性有り、要相談)
	材質	超ハイテン材、ハイテン材、軟鋼板 (軟鋼板の薄板同士については個別対応) 異材接合 (アルミ×炭素鋼板等については個別対応)
	被検査板表面処理	無処理、電気亜鉛メッキ、溶融亜鉛メッキ (アルミメッキは個別対応)
	被検査板組数	2枚, 3枚 (両面からの検査を推奨)
	センサ先端材質	FR
PC部	データ保存	XLS形式
	検査条件設定	検査画面にて設定 (設定内容はファイルに保存可)
	判定方法	OK/NG判定、推定ナゲット径、ナゲットの成長度
	オプション	ナビモード、検査記録管理
	OS	Windows11 (日本語以外は言語パックで対応) ※ソフトウェアは日本語と英語と中国語に対応しております。
動作温度範囲	5°C～40°C	
動作湿度範囲	～80%RH (結露なきこと)	
電源	以下2パターンを切替えて使用可能 ①AC 85V～240V、0.5A ②バッテリー (単3型Ni-MH充電電池 8本)	AC85V～240V、0.5A

商品の仕様は、改良のため予告なく変更することがありますので、予めご了承下さい。

# APPENDIX