



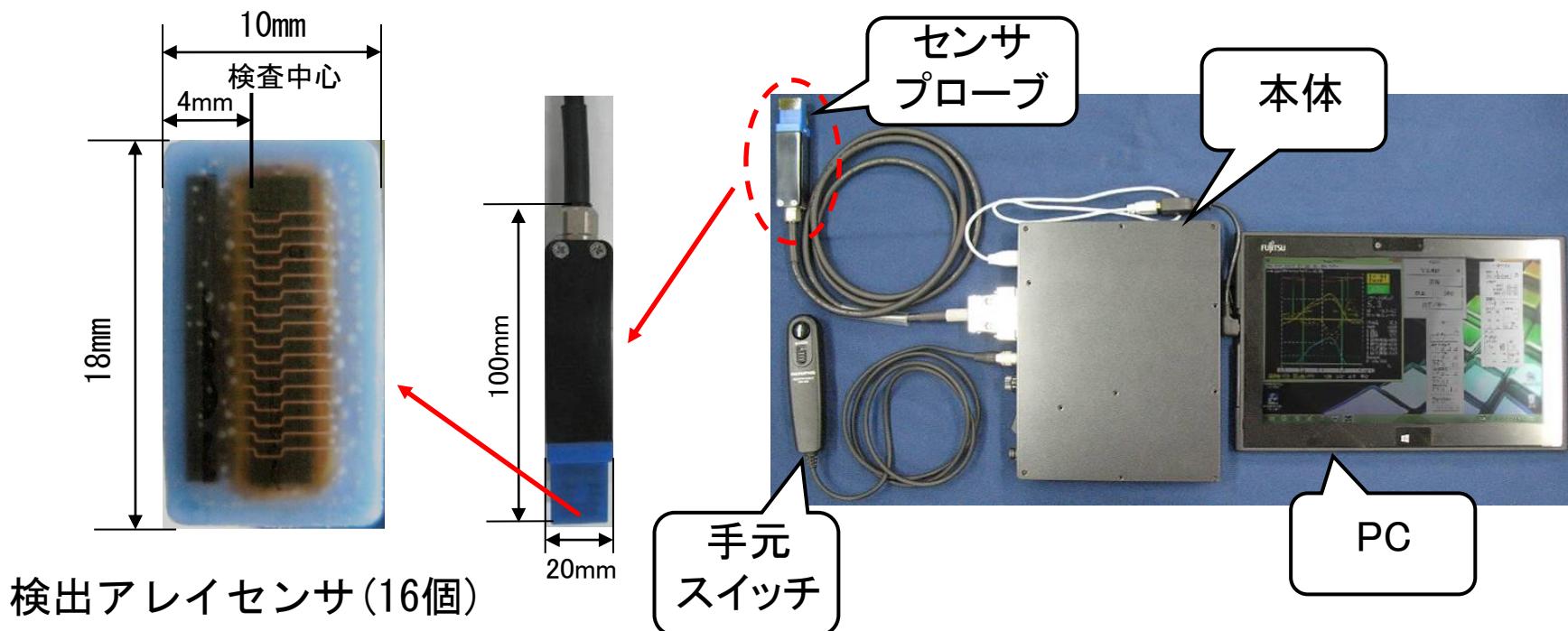
ナゲットプロファイラーのご紹介

作成: 2010年06月10日
改訂: 2024年01月17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

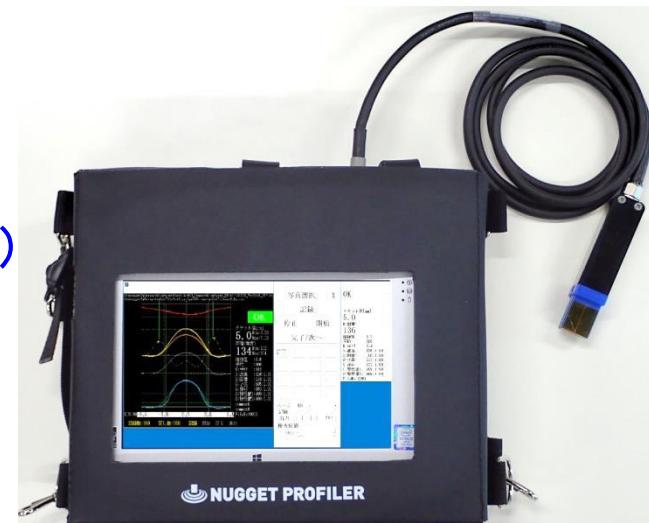


2. ナゲットプロファイラーとは

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	鉄のみ	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

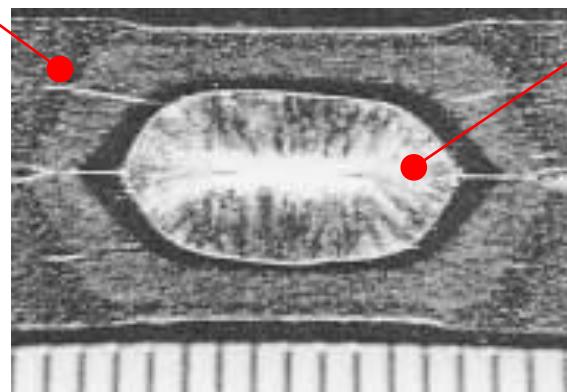
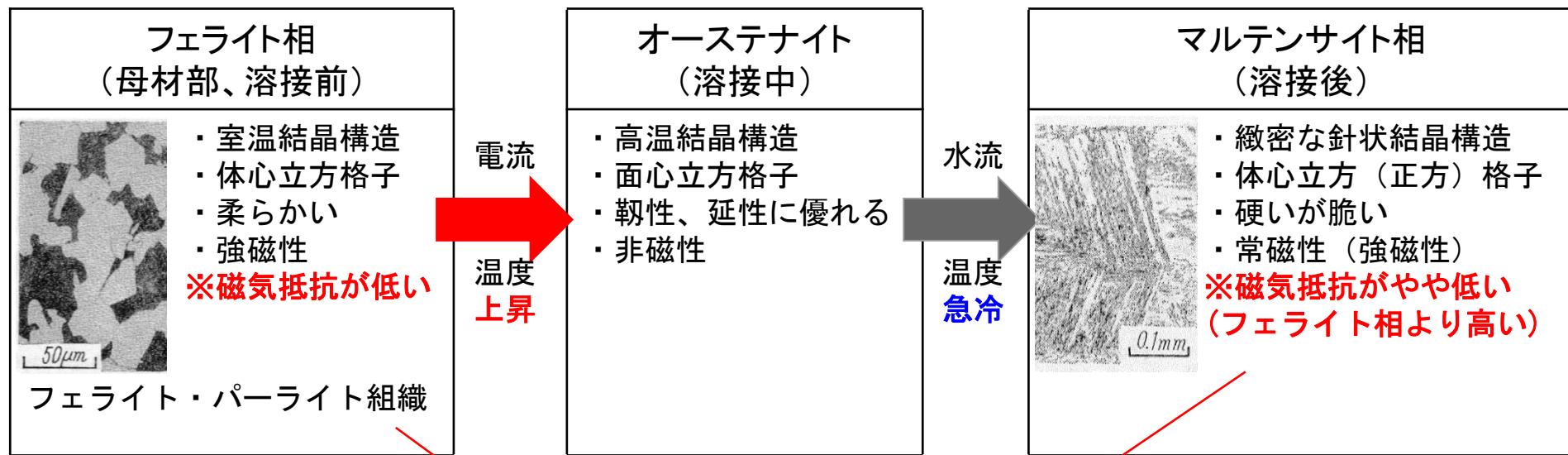


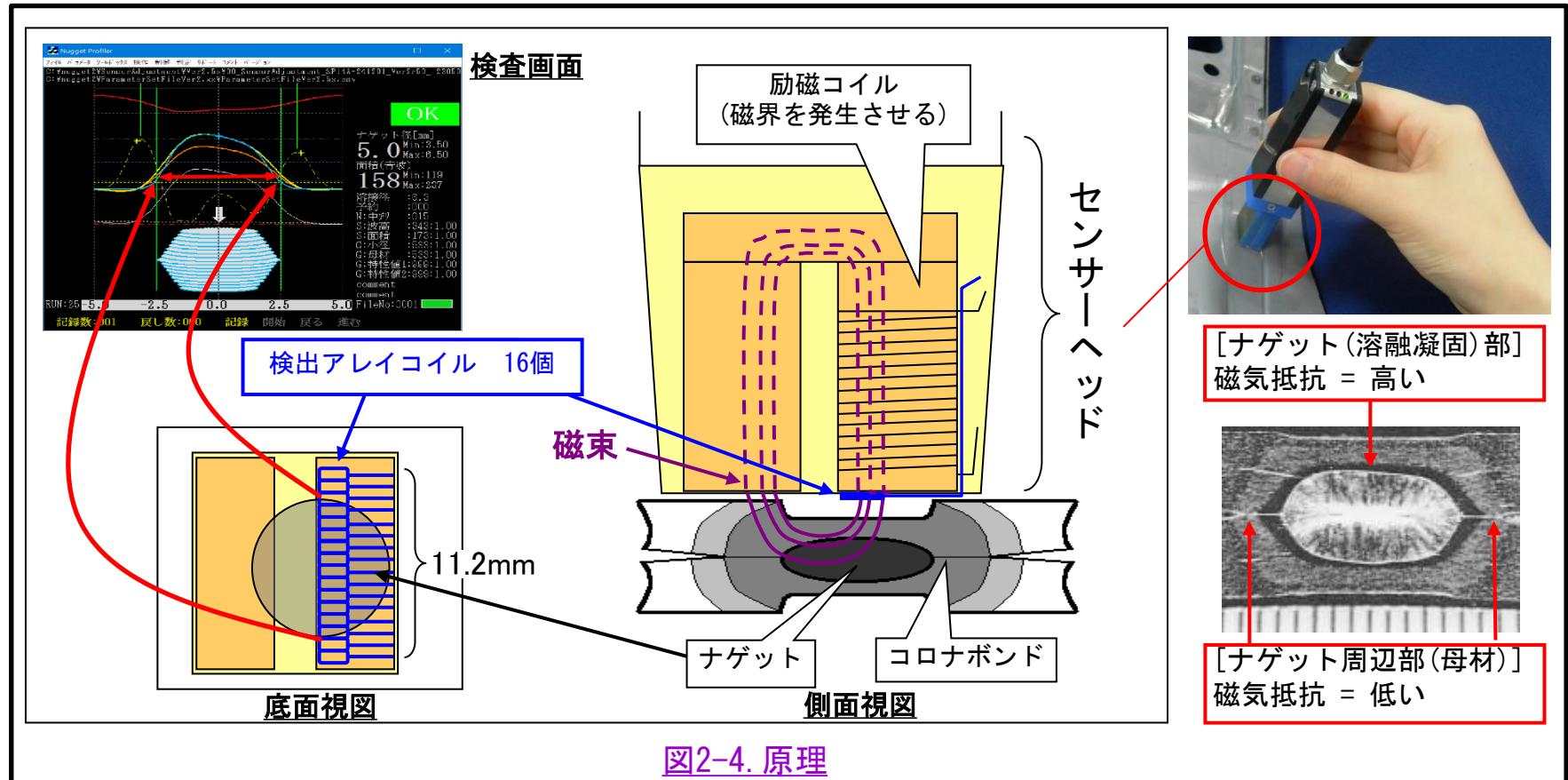
図4.溶接部断面写真

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も管理する事が望ましいです。

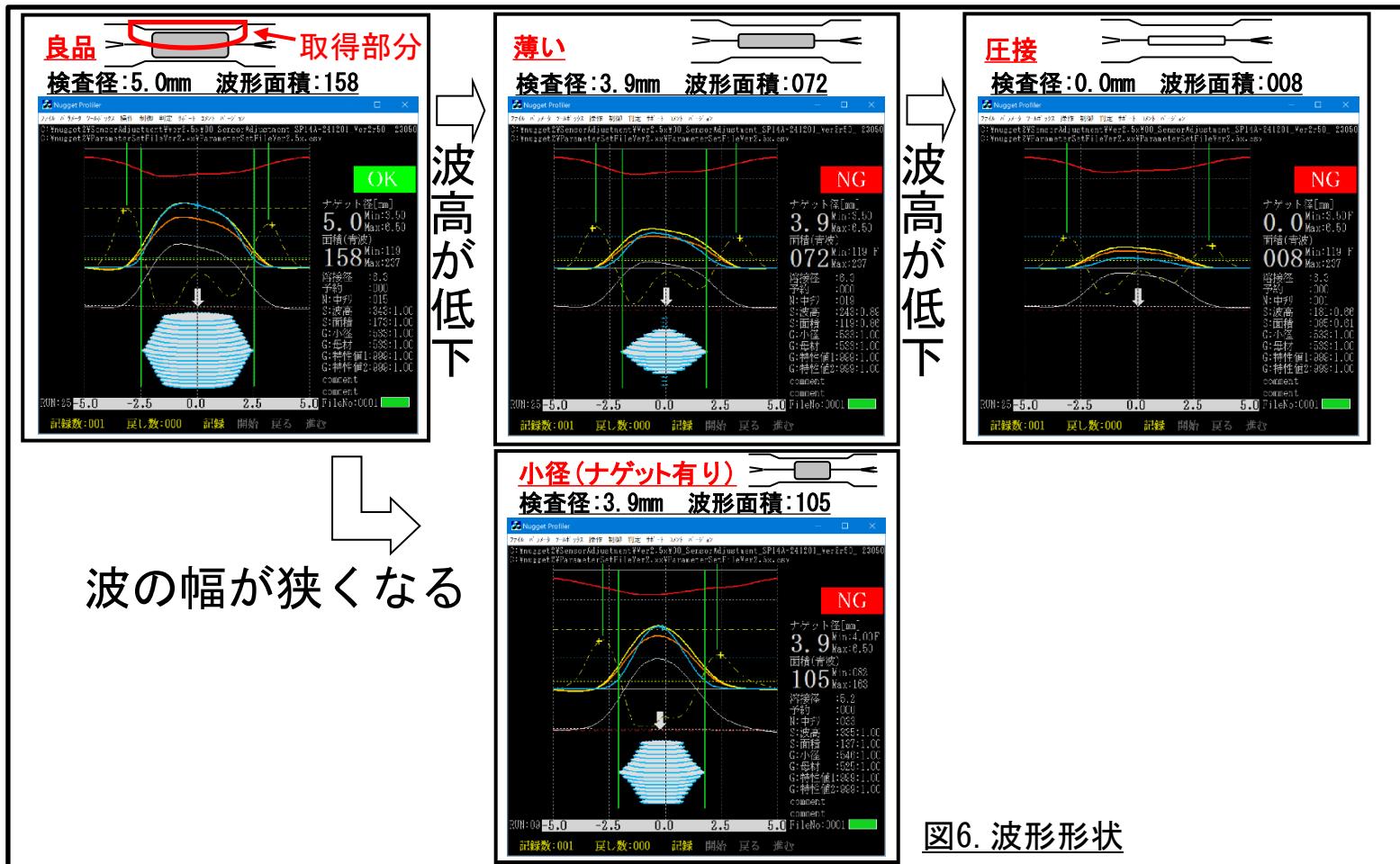


図6. 波形形状

7. 壓接とナゲットの判別

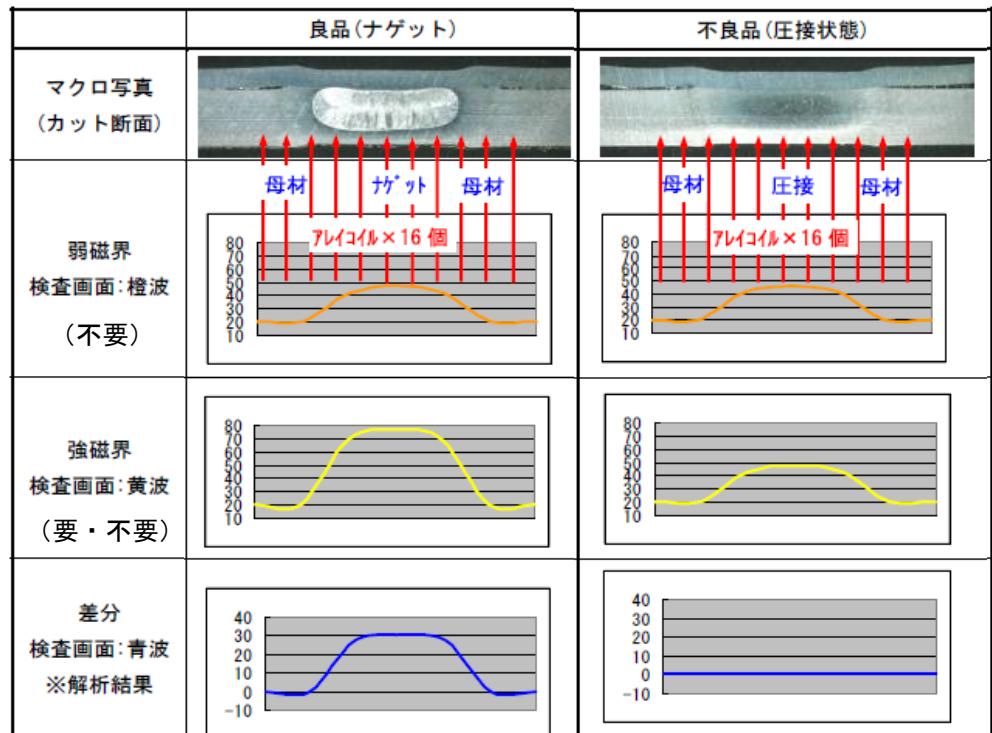
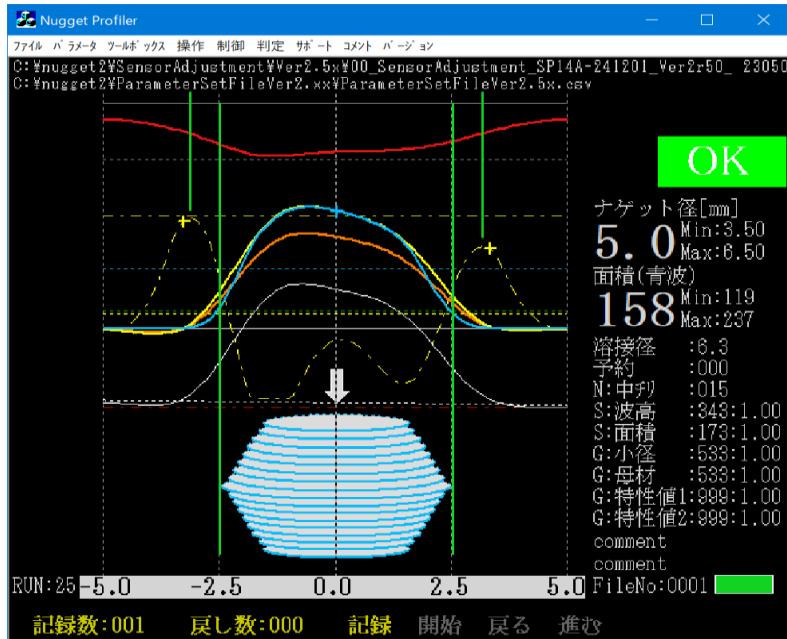
前ページで得られた検出値を元に、不良品(圧接状態)と良品(ナゲット)を検査した際の解析結果(検査波形)を下表に示します。

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。

- ・ 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。
- ・ 良品検査時⇒青波(差分)が高い山状になります。

※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。

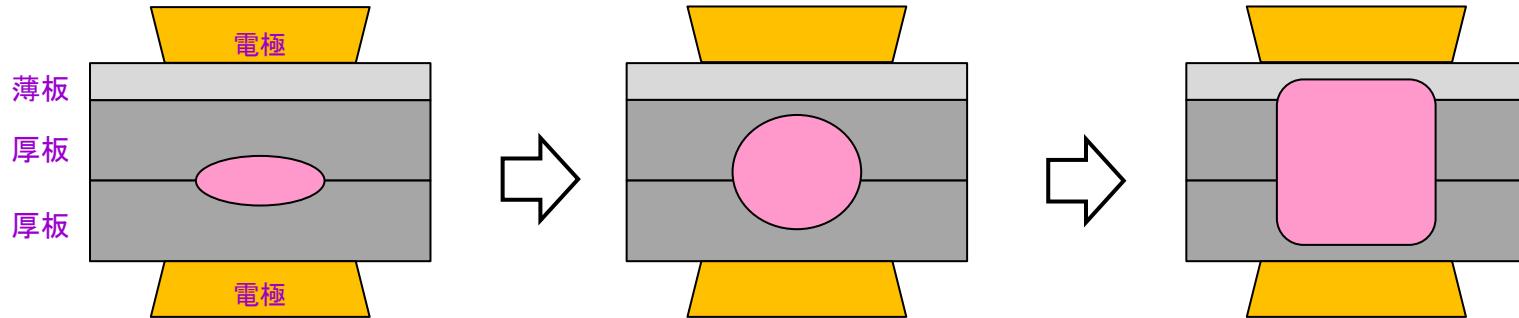
検査画面 (良品検査時)



※赤線は表面形状を推測しております。

8. 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。

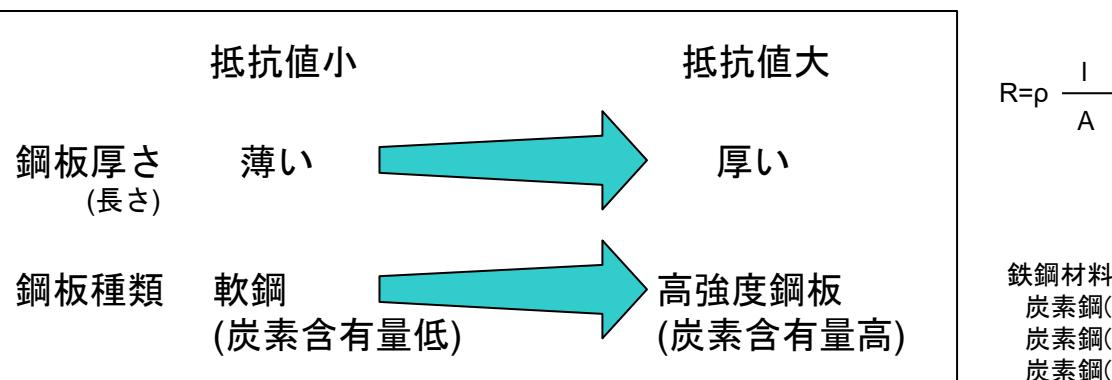


【3枚重ね鋼板のナゲット形成順番】

- ・厚板/厚板間から始まり、薄板/厚板間の順番
- ・高強度鋼板同士から始まり、軟鋼板-高強度鋼板の順番
→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



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

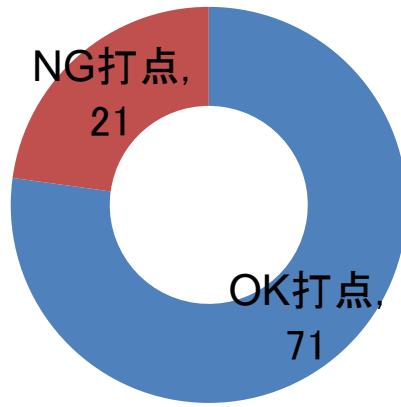
R=電気抵抗
 ρ =電気抵抗率
 I=長さ
 A=断面積

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

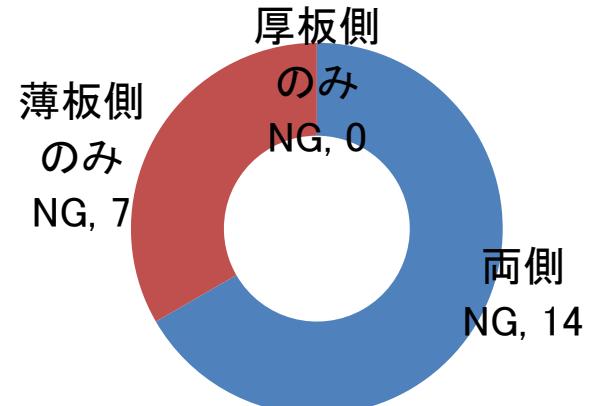
8. 補足資料：3枚板の溶接について

3枚重ね溶接92点についてカットチェック検査を行い、溶接状態を確認しました。

3枚板カットチェック OK-NG打点比率



NG打点内訳

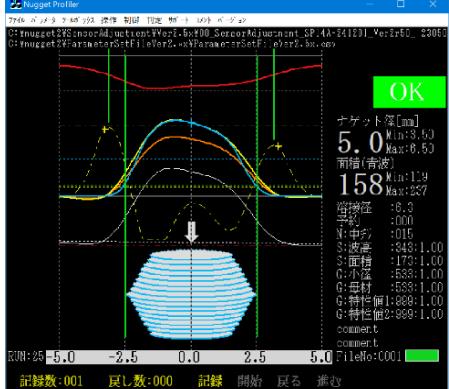
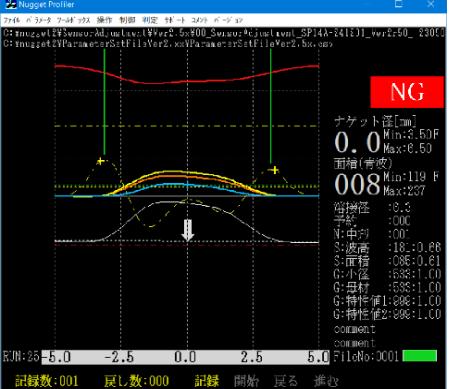


[カットチェック検査]

カットチェック検査とは実際にサンプルを破壊し、溶接系を測る検査方法。

○OK品、NG品の比較

重要

項目	OK品	NG品
マクロ写真		
状態	溶融凝固	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>OK</p> <p>ナゲット深[mm] 5.0 Min:3.50 Max:6.50 面積(青波) 158 Min:129 Max:237 面積(緑波) 6.0 Min:0.0 Max:12.0 V中立 1.00 S皮膜 1343:1.00 S面積 173:1.00 G:小径 1538:1.00 G:母材 1538:1.00 G:特性値1:889:1.00 G:特性値2:889:1.00 comment comment</p> <p>MIN:-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0 FileNo:0001 記録 開始 戻る 前後</p> <p>記録数:001 戻し数:000</p>	 <p>NG</p> <p>ナゲット深[mm] 0.0 Min:0.0 Max:0.50 面積(青波) 008 Min:119 F Max:237 面積(緑波) 0.0 Min:0.0 Max:0.50 V中立 0.00 S皮膜 118:0.88 S面積 108:0.81 G:小径 1538:1.00 G:母材 1538:1.00 G:特性値1:890:1.00 G:特性値2:890:1.00 comment comment</p> <p>MIN:-5.0 -2.5 0.0 2.5 5.0 FileNo:0001 記録 開始 戻る 前後</p> <p>記録数:001 戻し数:000</p>
	凸高い	凸低い

○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	ほぼ取得不可

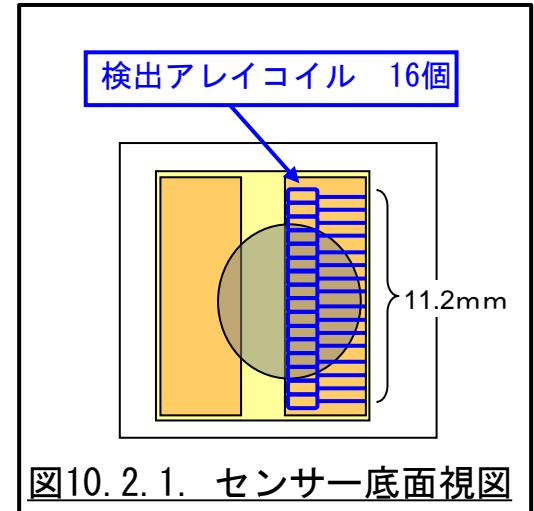
9. データ解析方法

本磁気センサーの励磁方式は直流遮断方式です。
(弊社オリジナル技術：特許取得済み)

一般的な交流（正弦波）方式に比べ
誘導起電力の発生量が多い事が特徴です。

よって、次の性能を実現しております。

- ①高性能化：鋼鉄の組織変化を検知可能
- ②小型化：約11mm内に16個のアレイセンサを配備



10. 装置仕様

装置タイプ	可搬型	据置型
型式	NPH03A	NPH03B
本体外形	285 (W) × 205 (D) × 50 (H) mm (突起部除く)	285 (W) × 205 (D) × 70 (H) mm (突起部除く)
重量	1.91kg	2.32kg
画面表示部	Surface 10inch	TOUGHBOOK 10inch
溶接検査部	検査溶接径(標準センサ)	3mm～7mm [インデテーション径 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)
	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	Windows10(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	AC85V～240V、0.5A
	②バッテリー (単3型Ni-MH充電池 8本)	

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