

スポット溶接の「工程品質」を磁気で可視化する非破壊検査



# NUGGET PROFILER



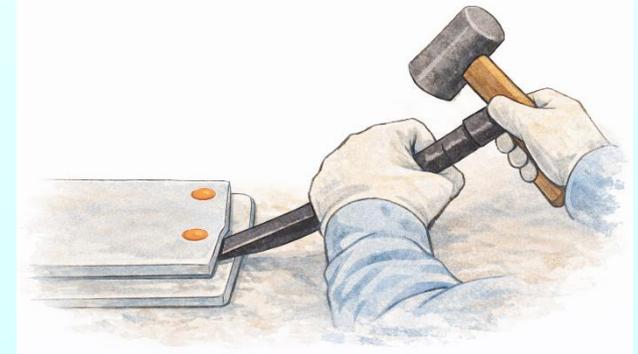
日本高圧電気株式会社

改訂:2026年03月10日

作成:2010年06月10日

# 1. スポット溶接検査の現状

- 軽量化要求によるハイテン材採用拡大
- 3枚板や異材接合などの溶接条件複雑化
- 従来の破壊検査・ドライバチェックでは  
定量管理やコスト面で課題
- 超音波による非破壊検査の導入が加速
- 品質保証やトレサビリティ要求の高まり
- 自動化、デジタル化への関心



従来方式による品質管理(ドライバチェック)



一般的な非破壊検査装置（超音波）

## 2.ナゲットプロファイラーとは ※以降NPと表記

スポット溶接に特化した磁気式非破壊検査装置

ナゲットを  
波形と数値で  
可視化

ジェルなどの  
媒体不要

ナゲットと  
圧接を  
明確に判別



検査速度は  
4秒/打点

スイッチ操作で  
電子ファイルに  
自動保存

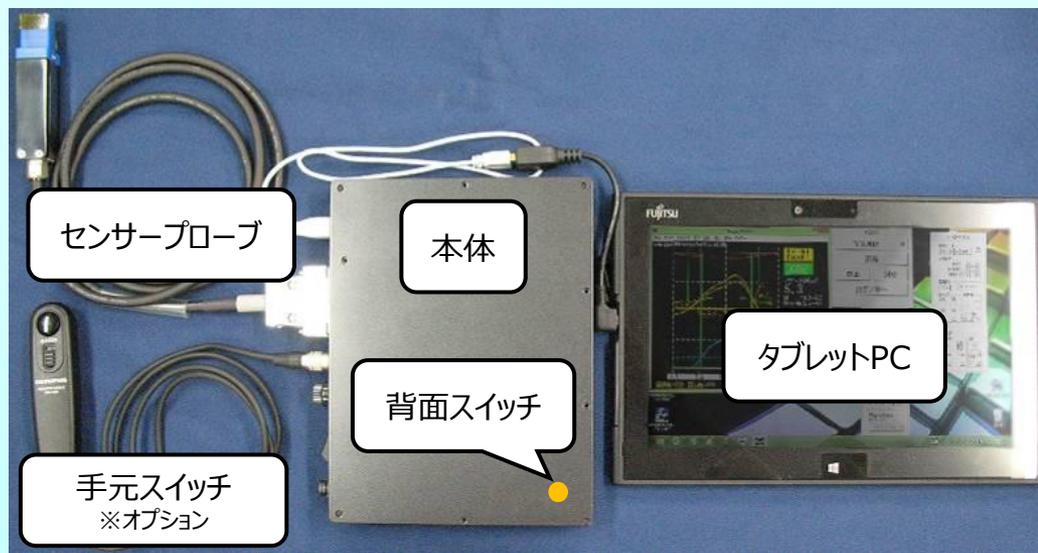
センサーを軽く  
当てるだけの  
簡単操作

BAT駆動で  
ライン持込可

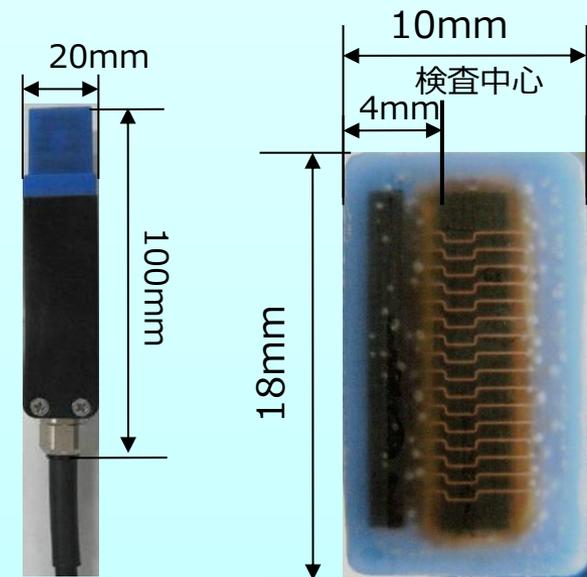
⇒同一打点の品質のばらつきを確認できる検査機

# 3.NPの装置構成

構成品	主な役割
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
スイッチ	検査データ記録トリガ機能



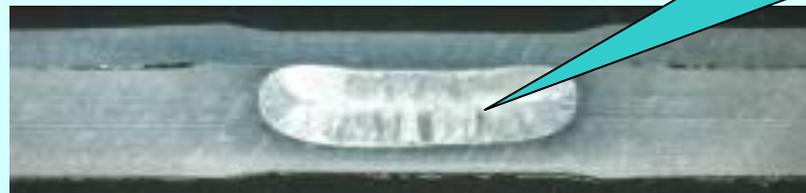
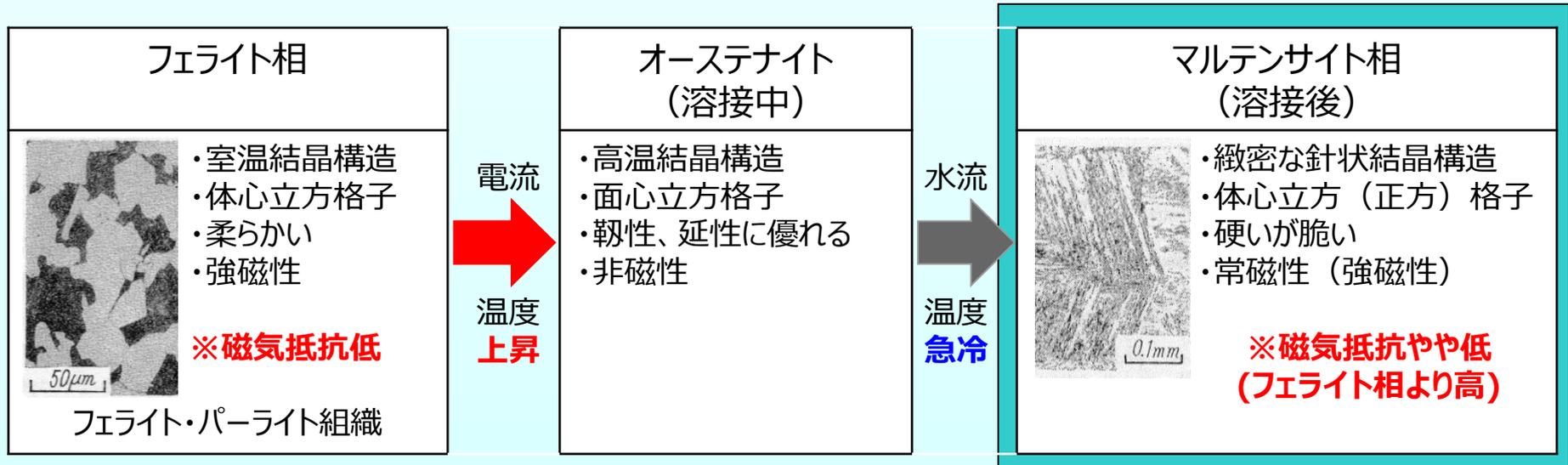
可搬式ユニットの標準構成



センサプローブサイズ

# 4. NPの検査理論①

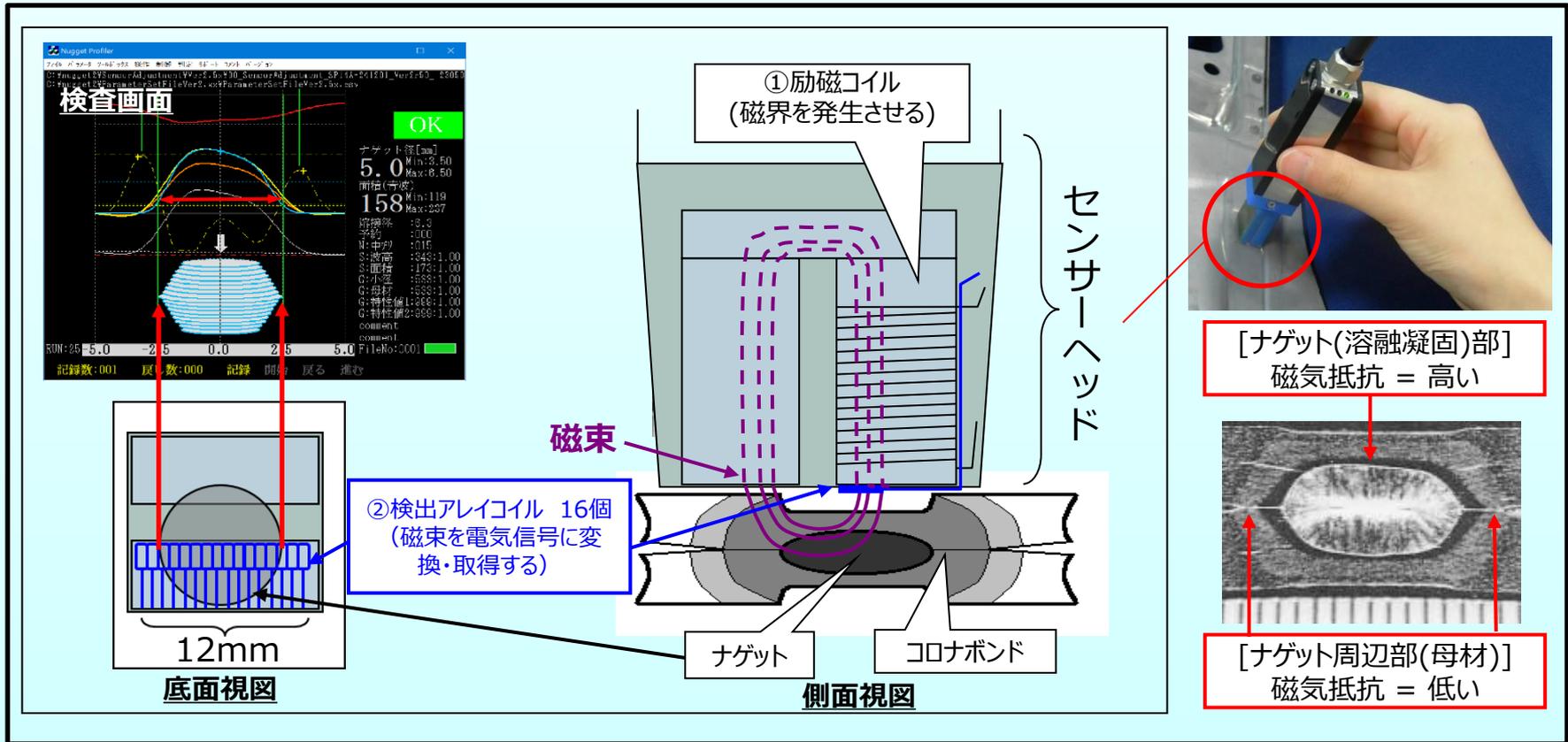
## 鋼材の温度による相の変化



溶接部断面写真

NPでは類似の過程で起こる組織変化 = 磁気抵抗の変化を検出

# 4.NPの検査理論②

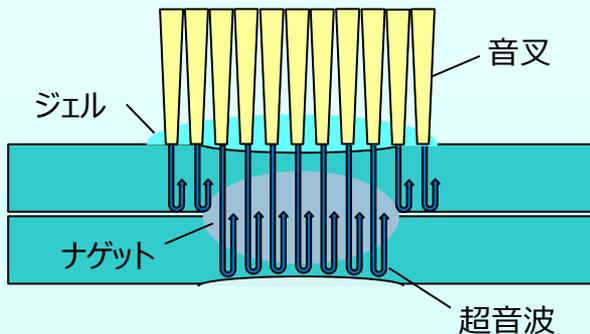


検出コイル16個の範囲に  
母材部+ナゲット部+母材部が収まるようにセンサーを当てる  
⇒磁気抵抗差を検出コイルが取得し波形化する

# 5.他の検査方法との比較①

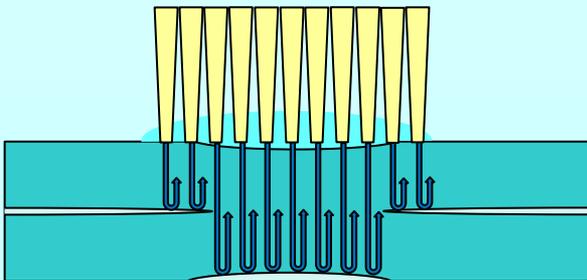
## 超音波検査（アレイタイプ）の検査イメージ

【良品】



- ・検査原理：音波の往復時間を計測
- ・音波が**空気層で反射**する原理を利用  
⇒ジェルの塗布により空気層を遮断
- ・複数の音叉によりナゲットを2次元で把握  
⇒ナゲットの数値化が可能

【圧接品】



- ・板組の種類や枚数の適用幅が大きい
- ・圧接は空気層がないため、音波が通過  
⇒良品との判別が難しい

## 5.他の検査方法との比較②

	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	○ 検査面周辺に凸無い箇所 (センサー接触面積に依存)	◎: 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	なし	水、ジェルの 拭き取りが必要 ⇒ <b>金属腐食</b>	曲がりが生じ、 叩き戻しが必要 ⇒ <b>金属疲労</b>
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	○	○	×

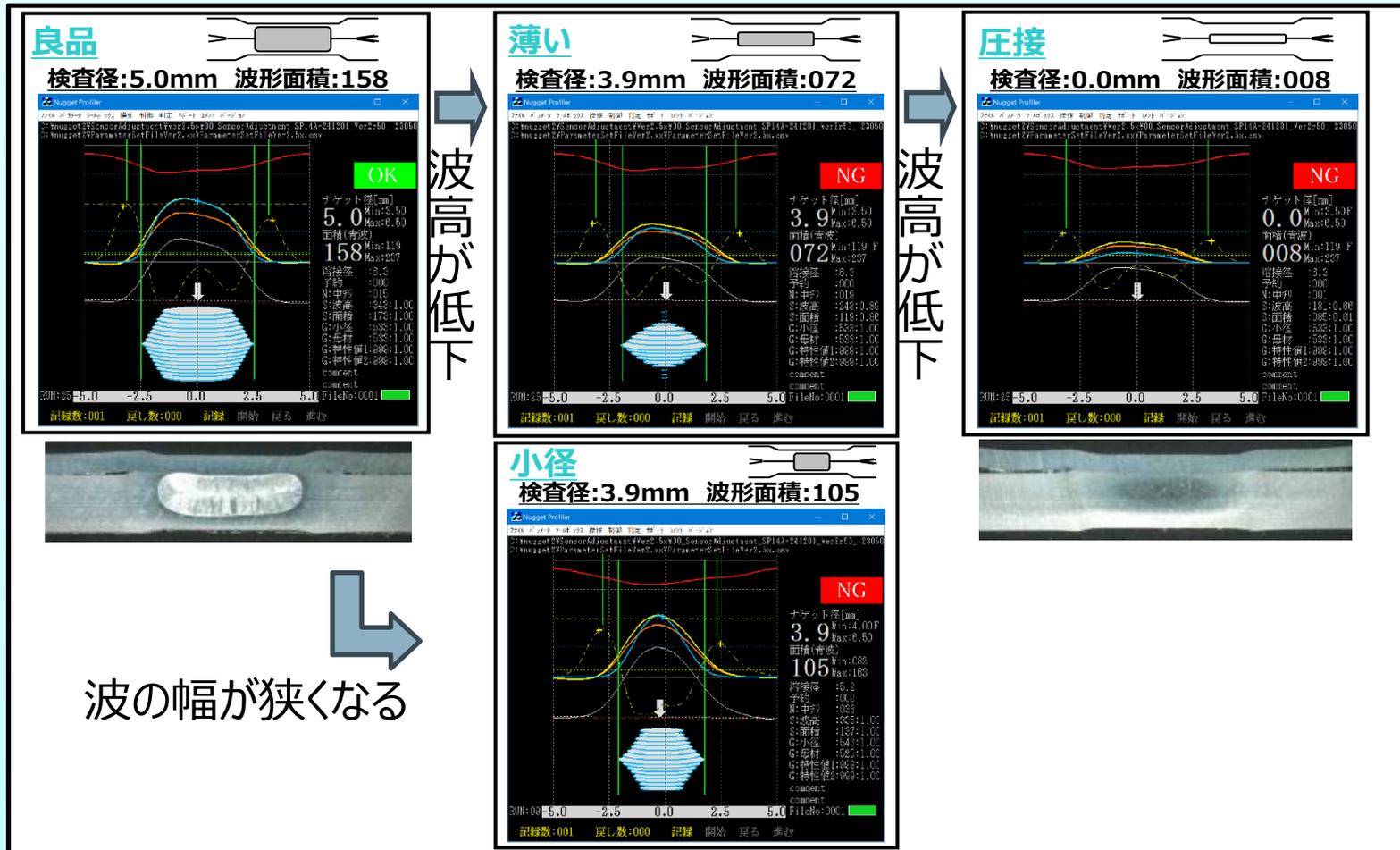
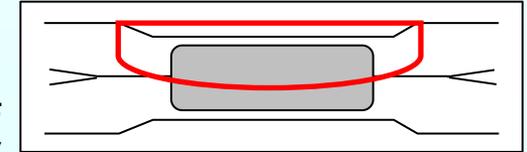
# 6.溶接品質と検査値との比較①

【検査結果で表示される主な項目】

径：センサー当て面と次の板との間のナゲット径

波形面積：中心部からセンサー当て方向へのナゲット成長度

センサーによる磁気情報取得部



# 6.溶接品質と検査値との比較②

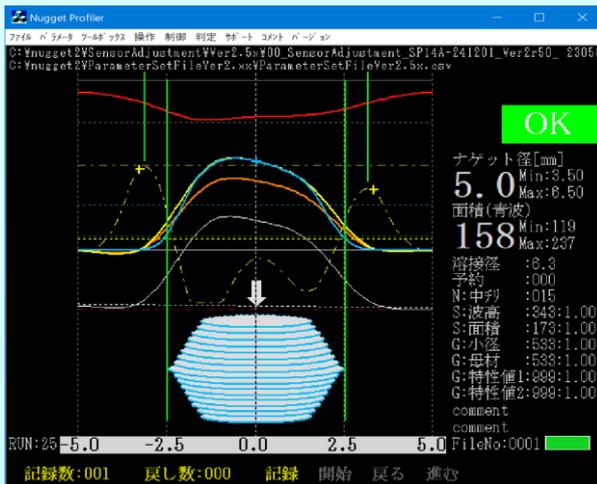
検査波形は黄波/橙波の差分で解析 ⇒ ノイズの影響を軽減

【差分波形(青波)の形状】

- ・良品検査時 : 高い山状
- ・不良品検査時 : 平ら～低い山状

※良否判定は、破壊試験結果に基づくパラメータ設定による

## 検査画面 (良品検査時)



※赤線は表面形状 (推測)

	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)		

# 7.NP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。

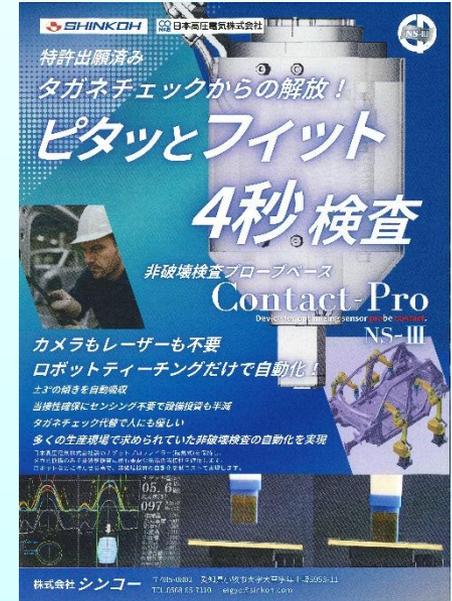
**NPで検査**

変動の大きい溶接打点を発見  
⇒工程を安定させる

# 8.ロボットによるNPの自動化

## CONTACT PRO NS-III

DEVICE FOR OPTIMIZING  
SENSOR PROBE CONTACT.



SHINKOH 日本高圧電気株式会社

特許出願済み  
タガネチェックからの解放！

### ピタッとフィット 4秒検査

非破壊検査プローブベース  
Contact-Pro  
Development of ultrasonic sensor probe base  
NS-III

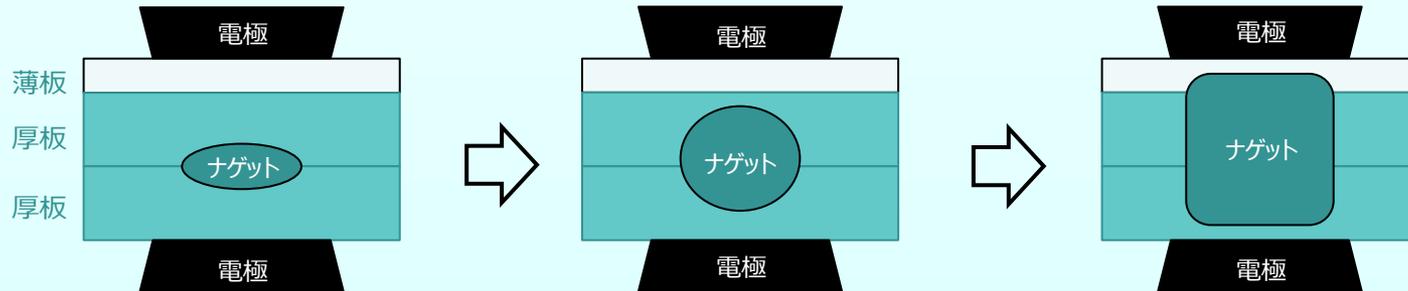
カメラもレーザーも不要  
ロボットティーチングだけで自動化！  
土の積みを自動検出  
信頼性確保にセンシング不要で検測時間も半減  
タガネチェック代替でも優しい  
多くの生産現場で求められていた非破壊検査の自動化を実現

株式会社 シンコー  
〒463-0880 愛知県小牧市大字中島4-1-23053-11  
TEL 0568 65-7110 eley@shinko.co.jp

- 自動化の課題となっていた打点ズレやセンサーの面着性等を技術開発により解消
- すでに複数OEM/Tier1で導入検証中
- 自動化PoC：愛知県小牧市（株）シンコー内）ラボにて随時見学受付

# 9.補足資料 3枚板の溶接

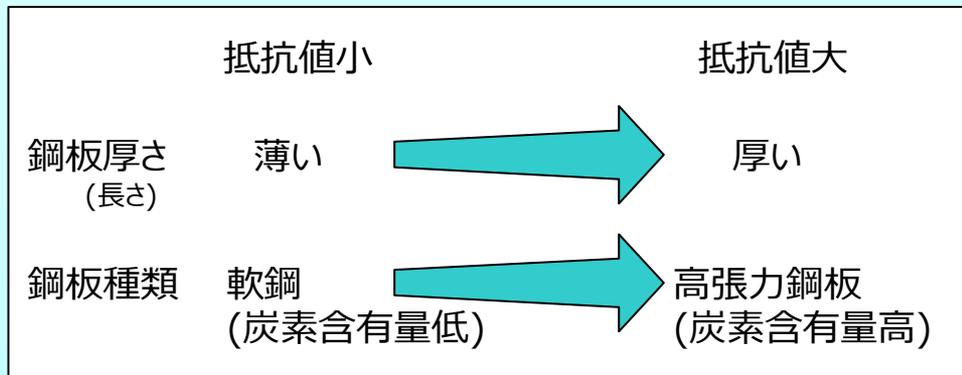
## 3枚板溶接の際のナゲット形成プロセス



【引用元】  
溶接学論文集  
第35巻(2017)第1号 他

※ナゲット形成は電気抵抗の高い箇所から始まる。  
⇒**薄板側からの片側検査**で可とする運用が主流

### ○鋼板厚さと種類の電気抵抗



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

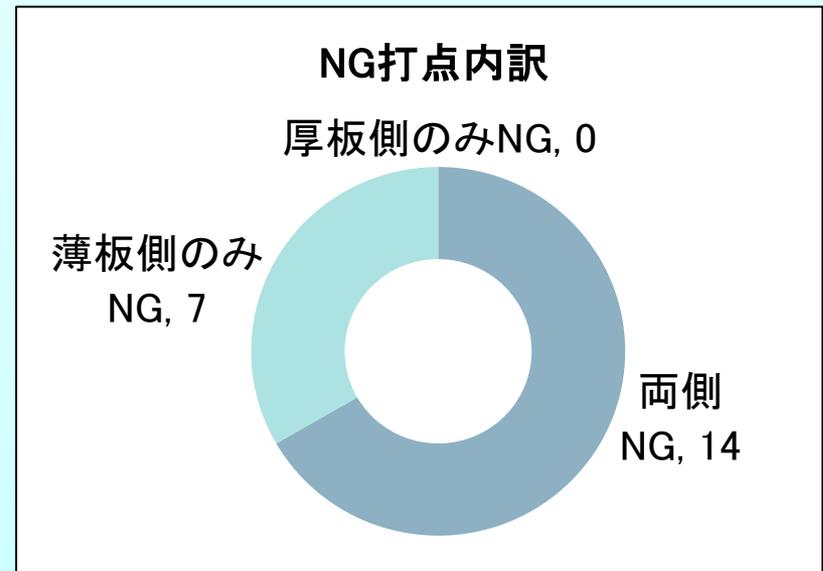
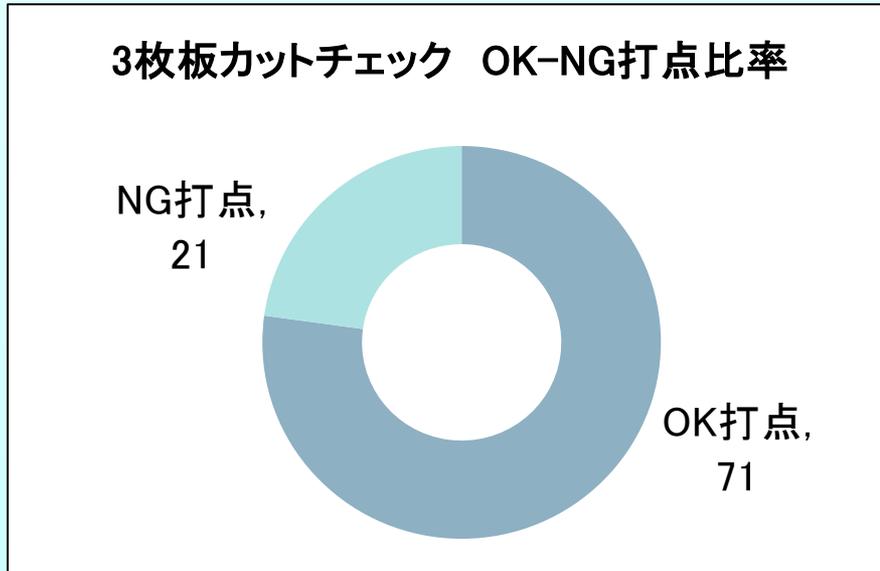
R = 電気抵抗  
ρ = 電気抵抗率  
l = 長さ  
A = 断面積

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

## 複数の溶接条件での3枚重ね溶接検証 対象打点：92打点

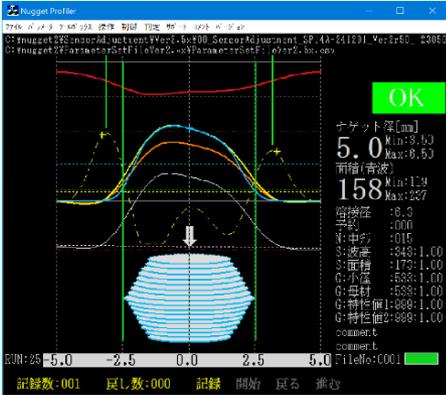
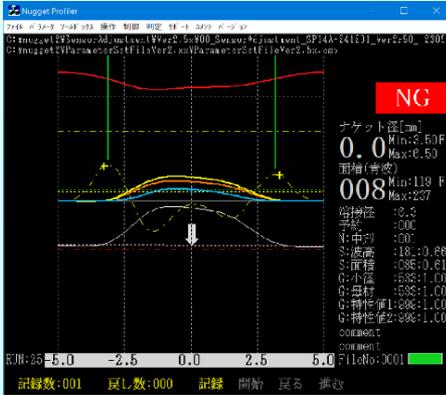
### カットチェック検査による検証結果



※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。

# 9.補足資料 検査波形と溶接状態の関係

## ○OK品、NG品の比較

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>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 [インデンテーション径8mm以下] (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	csv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・英語・中国語に対応	
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	以下の2パターンを切り替えて使用可能 ①AC85V～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。