2019年度NEDO次世代電池・水素成果報告会

発表No.FC2-11

固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業 /プロセス実用化技術開発

/カーボンセパレータの製造プロセス及び当該品質管理プロセスに関する実用化技術開発

堀内　歩
日清紡ホールディングス株式会社
2019/7/19

連絡先
日清紡ホールディングス株式会社
新規事業開発本部　開発室
E-mail: horiuchi@nisshinbo.co.jp
TEL: 043-205-1523

事業概要

1. 期間
開始：2018年10月
終了：2020年2月

2. 最終目標

1）成形プロセスにおいて、従来比1/10以下の工程時間にて、1時間以上の連続運転を達成する。
2）欠陥検出工程において、従来比1/10以下の工程時間にて、1時間以上の連続運転を達成する。
（検出漏れゼロ、過検出率2%以下）

3.成果・進捗概要

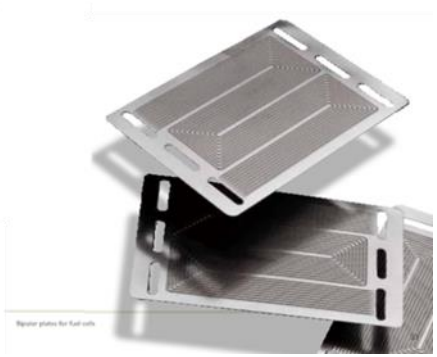
実施項目	成果・進捗
1） 連続成形可能材料の開発	カーボン粉末の粒度を最適化することにより、目標成形時間で歪の少ないセパレータ成形材料を開発した。
2） 連続成形プロセスの確立	安定したセパレータ搬送及び位置決め方法を組み込んだ脱型処理プロセスを確立した。
3） 欠陥検出方法における自動判定条件の最適化	過検出率抑制を目的とした改造と新規判定ロジック導入を実施し、判定精度を向上させた。

1）研究開発の背景・目的

2017年度までの事業において、目標主成形時間を満足するカーボン材料を開発し、新成形プロセスを用いて単サイクルでの目標タクトを達成した。欠陥検出方法開発においては、セパレータ中の欠陥検出可能な自動機を開発し、目標タクトで検査可能であることを実証した。

しかし、新成形プロセス開発ではセパレータの歪発生により、安定的な自動連続成形実現には至っていない。また、欠陥検出方法開発では過検出による良品のNG判定が発生する場合があり、判定基準の精度向上が必要なことが明らかになった。

そこで、本事業ではこれまで開発を進めて構築してきた要素技術を更に改良・開発することで、従来比1/10の工程時間で成形・検査プロセスを両立させる連続生産可能なシステムの構築を実現する。



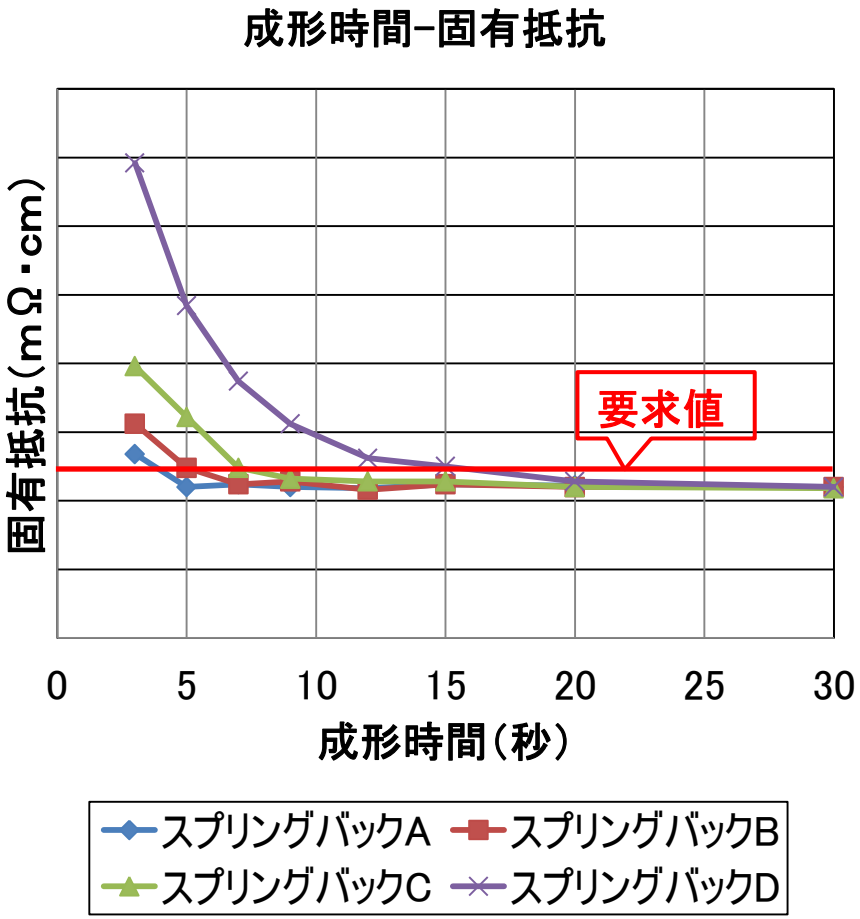
2）研究開発の目標

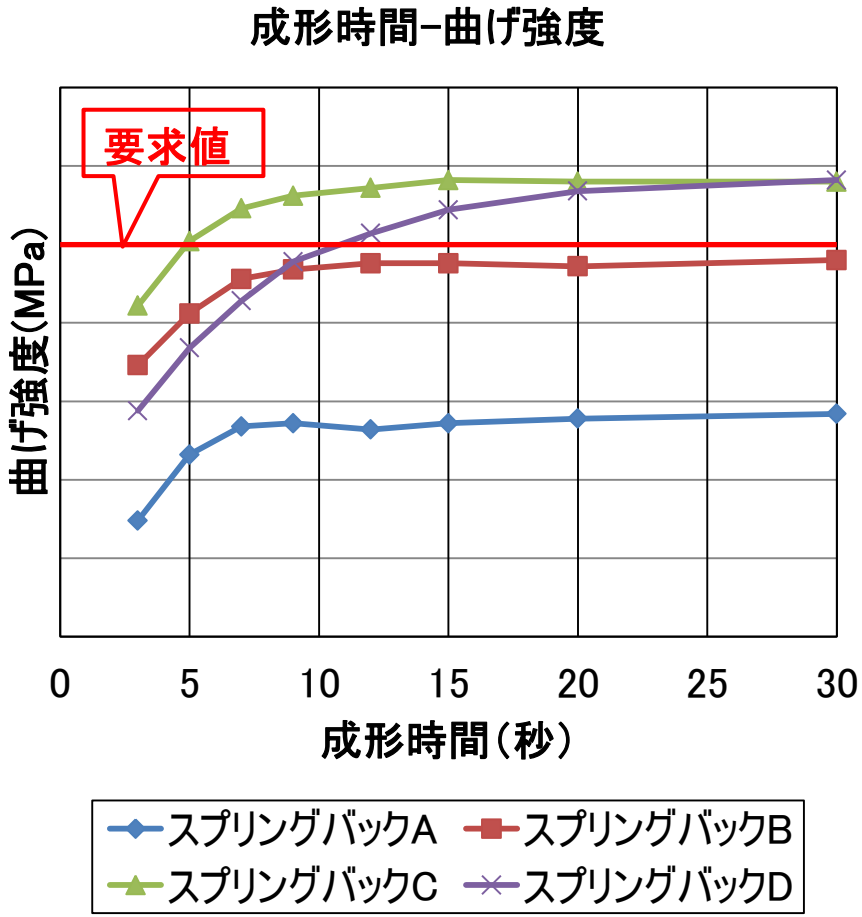
NISSHINBO

<table>
<tr><th>課題・施策</th><th>2019年度末 到達目標</th></tr>
<tr><td>1）連続成形可能材料の開発
・主成形時間9秒で、
連続成形が可能な材料の開発</td><td rowspan="2">従来比1/10以下の工程時間にて、
1時間以上の連続運転を達成する。</td></tr>
<tr><td>2）連続成形プロセスの確立
・材料投入の安定性向上
・製品搬送機構の安定性向上検討</td></tr>
<tr><td>3）欠陥検出方法における
自動判定条件の最適化
・AI導入等による判定条件最適化検討</td><td>従来比1/10以下の工程時間にて、
1時間以上の連続運転を達成する。
（検出漏れゼロ、過検出率2%以下）</td></tr>
</table>

3-1）連続成形可能材料の開発
スプリングバックと成形時間の関係

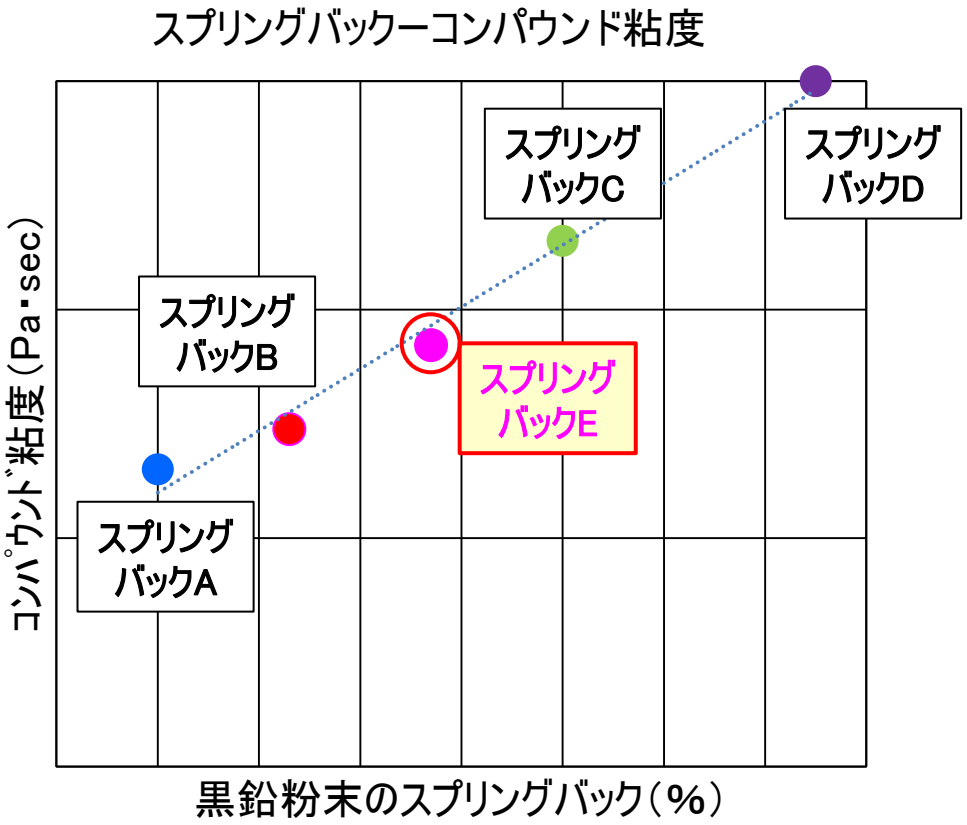
NISSHINBO

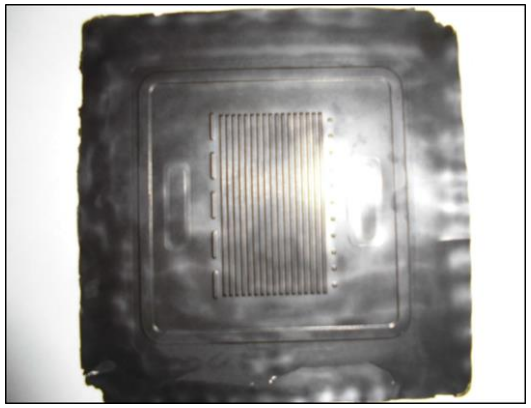




- 十分に樹脂が硬化すると各物性は一定値に収束することから、硬化完了時間を判断することができる。
- カーボン材料のスプリングバックの最適化により、成形時間の短縮が可能になる。

3-2）連続成形可能材料の開発
スプリングバックと成形性の関係





スプリングバックC

スプリングバックE

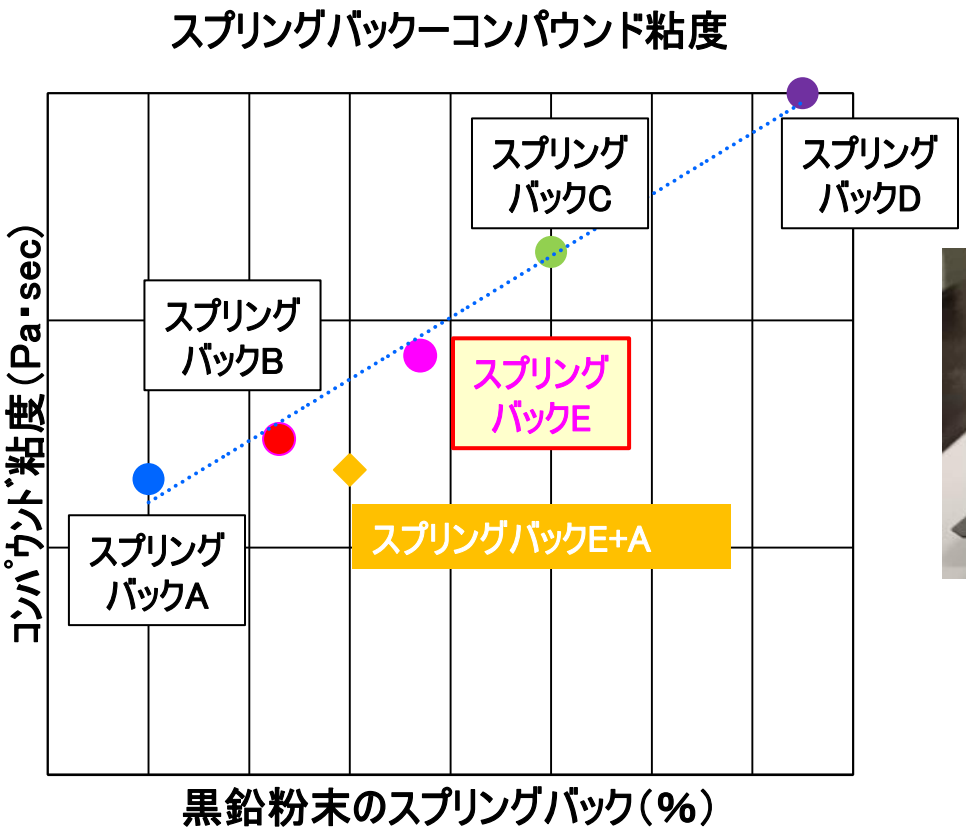
- スプリングバックが高いとコンパウンド粘度が高くなるため、高い成形圧力が必要になる。高圧で成形すると、セパレータに歪が発生しやすくなる。（スプリングバックC）
- スプリングバックの最適化によりコンパウンドの粘度を抑えることができ、テストプレートで低圧成形による歪の少ない成形体が作成できることが分かった。（スプリングバックE）

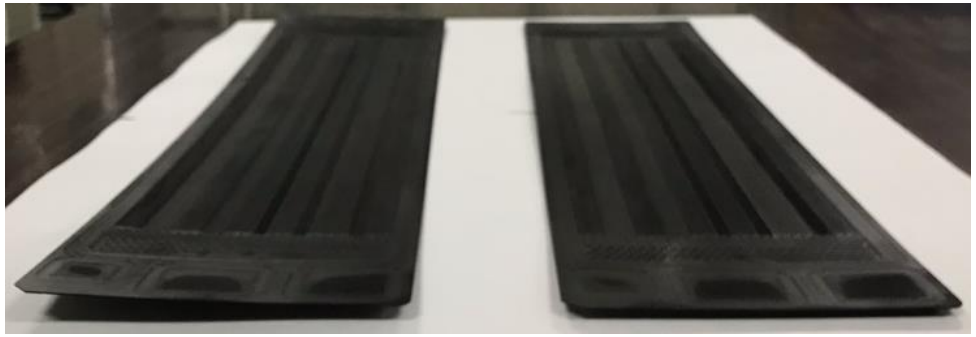
3-3）連続成形可能材料の開発

コンパウンド粘度の低減①-低スプリングバックカーボンのブレンド

NISSHINBO

スプリングバックEのコンパウンドを用いたフルサイズセパレータ成形試験では、テスト型での成形よりも高い面圧が必要になり、歪が発生した。そこで、スプリングバック値の調整とコンパウンド粘度低減策の検討を行った。



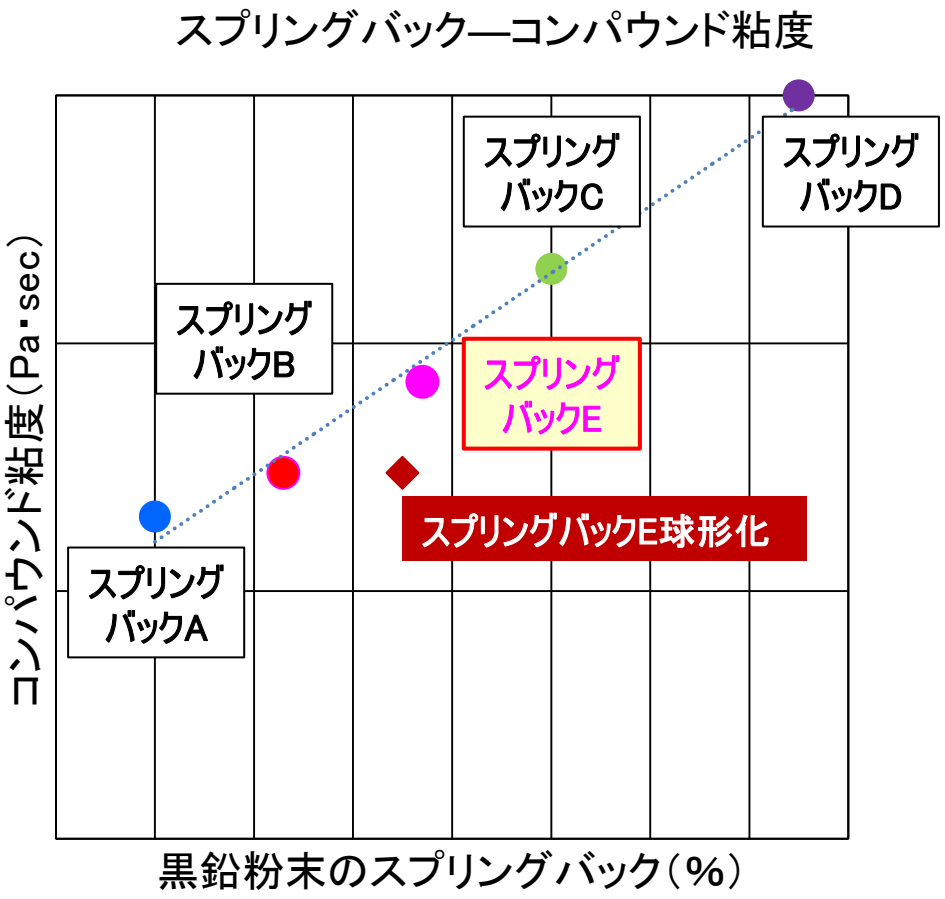


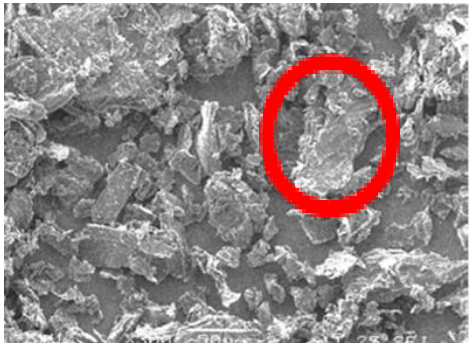
スプリングバックE　　スプリングバック(E+A)

- 低スプリングバックのカーボンをブレンドした結果、特定の範囲で含有した場合にコンパウンド粘度を低減できることが分かった。⇒低圧成形が可能になり、歪が改善された。

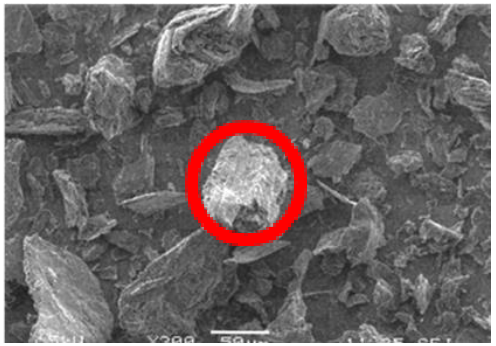
3-4）連続成形可能材料の開発

コンパウンド粘度の低減②-カーボンの球形化処理

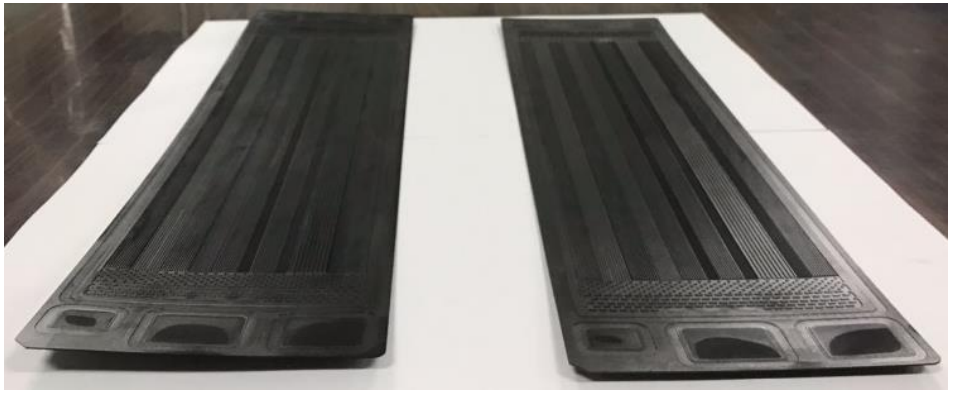




スプリングバックE



スプリングバックE球形化



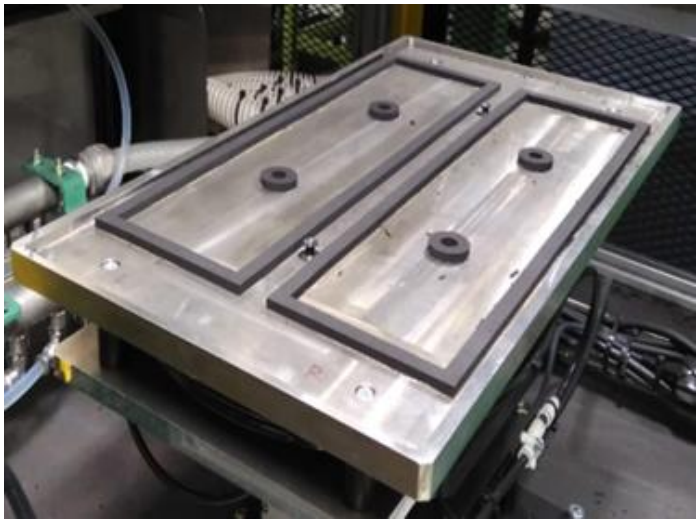
スプリングバックE　　スプリングバックE球形化

- カーボン粉末を球形化処理した結果、コンパウンド粘度を低減させることができた。
  ⇒低圧成形が可能になり、歪が改善された。

4-1）連続成形プロセスの確立
搬送機構の改造

NISSHINBO

歪や変形が大きいセパレータの場合、真空吸着方式では吸着パッドがセパレータ表面に追従せず、セパレータの搬送や固定が困難であった。
各種吸着方法の検証を行った。



接触式吸着パッドを組み込んだ装置

流速の早いサイクロン状の渦が発生し、
渦内を負圧にしてセパレータを引き寄せる。

非接触式サイクロンパッド

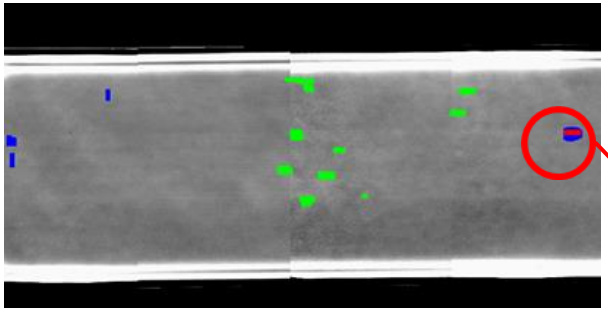
- 非接触式サイクロンパッドを用いると、歪があるセパレータでも安定して吸着する事を確認した。
- 脱型処理装置の接触式吸着パッドを非接触式のサイクロンパッドに交換する改造を実施し、歪の有無に依らずセパレータを安定して搬送できることを確認した。

5-1）欠陥検出方法における自動判定条件の最適化
浸透探傷試験との整合性確認

NISSHINBO

欠陥自動検出装置

欠陥自動検出装置の特徴
1）OK/NG自動判定が可能
2）9秒/枚以下で検査が可能



欠陥自動検出装置の検査データ

○：欠陥

浸透探傷試験結果

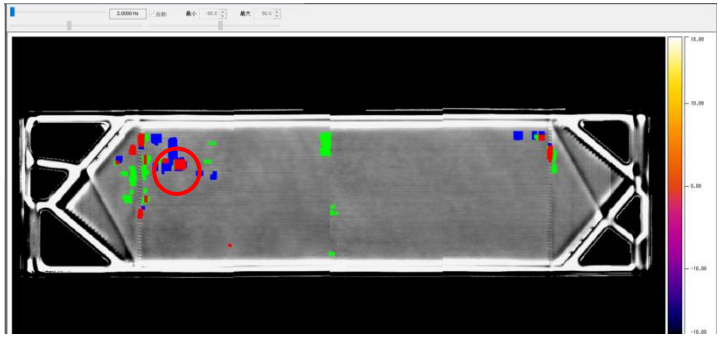
- 欠陥自動検出装置の検査データと探傷試験結果をn=1,000で比較したところ、健全部を不良と判定する「過検出」が発生していることが分かった。

5-2）欠陥検出方法における自動判定条件の最適化
過検出対策-判定ロジック最適化

NISSHINBO

検証の結果、検査データに含まれるノイズ成分によりS/N比が小さくなるため、健全部と不良部の判定が困難になっていることが分かった。

そこで、ノイズ成分の発生要因を調査して原因を特定した。この結果をもとにノイズ成分を低減させる対策を判定ソフトに組み込み、効果を検証した。



判定ロジック機能追加前

■：欠陥と判定された箇所

○：実際に欠陥がある箇所

判定ロジック機能追加後

■：欠陥と判定された箇所

○：実際に欠陥がある箇所

➢ 狙い通りに「不要な成分」を除去することができ、判定精度が向上することを確認した。