

高マンガン鋼におけるフェイズドアレイ式超音波探傷に関する基礎研究

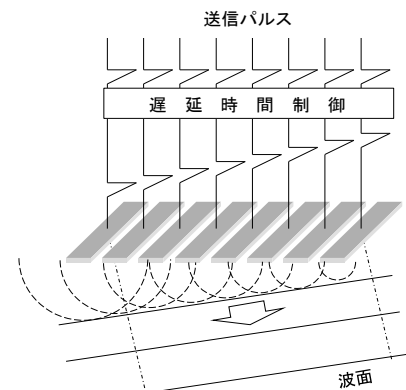
東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○植松 嵩之
東海旅客鉄道株式会社 正会員 三輪 昌弘

1. はじめに

新幹線が高速走行する分岐器には、高マンガン鋼製のノーズ可動クロッシングが使用されている。高マンガン鋼は粘り強く割れにくく、傷の進展が遅い。また耐摩耗性に優れているという特徴がある。一方で、 casting 品のためごく稀に casting 欠陥が発生する場合がある。しかし超音波探傷による高マンガン鋼の内部欠陥の検査は結晶粒が粗く、超音波の減衰が大きいなどの理由で非常に困難であるとされてきた¹⁾。そこで海外や国内の溶接部探傷や原子力発電所内部設備の検査などで使用され、実績のあるフェイズドアレイ式超音波探傷の高マンガン鋼製ノーズ可動クロッシングへ適用可能性について基礎試験を実施した。ここではテストピースの人工欠陥（頭部横穴、底部スリット傷）を用いたフェイズドアレイ式超音波探傷の基礎試験を実施した結果について報告する。

2. フェイズドアレイ式超音波探傷の原理²⁾

フェイズドアレイ技術は、アレイ探触子（小型の振動子を複数個配列した探触子）の各振動子に電圧を印加するタイミングを変えること（遅延時間制御）で、各振動子から発信した超音波ビームの位相合成が成され、アレイ探触子を走査することなく各振動子の電子走査で超音波ビームの入射方向や集束位置を任意に設定することで対象部位を探傷し、欠陥検出等を行う技術である（図1参照）。

図1 フェイズドアレイの原理²⁾

3. フェイズドアレイ式超音波探傷の探傷結果

フェイズドアレイ式超音波探傷の基礎試験で使用するテストピースは、現在新幹線で使用されている高マンガン鋼製ノーズ可動クロッシングと同様の成分であり、レール形をしている。フェイズドアレイ式超音波探傷での基礎試験を実施するにあたり、テストピースのレール頭部には3種類の横穴（φ2 深さ 15mm、φ3 深さ 25mm、φ4 深さ 30mm）、レール底部には3種類のスリット傷（幅 1mm、深さ 1~3mm）の人工欠陥加工を行った（図2参照）。

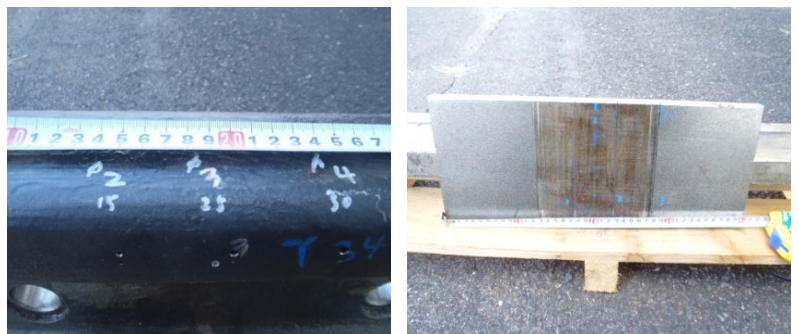
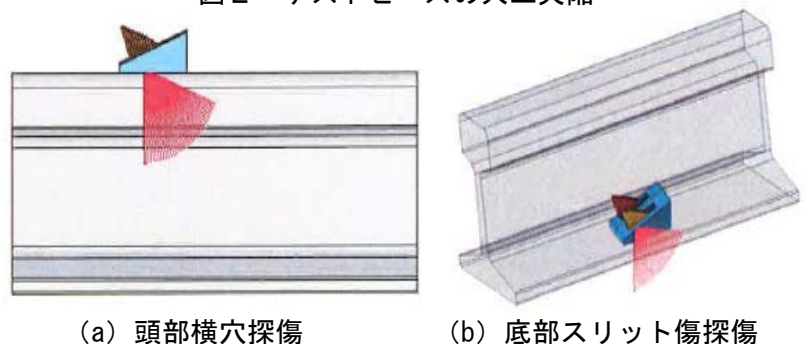


図2 テストピースの人工欠陥

探傷に使用した機材は、探傷器：ZETEC 社製フェイズドアレイ探傷器 TOPAZ、プローブ：1.5M16×2E32-7(CS)（周波数 1.5MHz、エレメント数 32）、接触媒質：グリセリンペーストである。



(a) 頭部横穴探傷

(b) 底部スリット傷探傷

試験方法はフェイズドアレイ式超音波探

図3 プローブ設置位置

キーワード：ノーズ可動クロッシング、高マンガン鋼、フェイズドアレイ、超音波探傷

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道株式会社 総合技術本部 技術開発部 TEL：0568-47-5371

傷の二探触子法（ピッチ・キャッチ法）を用い、セクター角を 0° から 70° の 1° ピッチのセクターキャン設定により行った。探傷位置は、頭部横穴はレール頭面に、底部スリット傷はレール底面にプローブを設置し実施した（図3参照）。人工欠陥の探傷結果を図4から図7に示す。

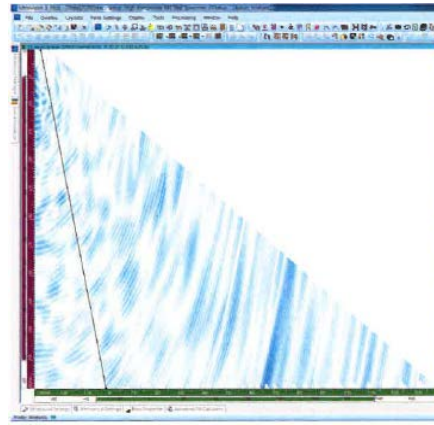


図4 探傷結果（頭部健全部）

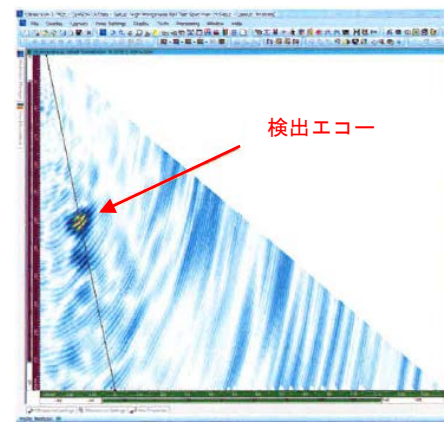


図5 探傷結果（頭部横穴）

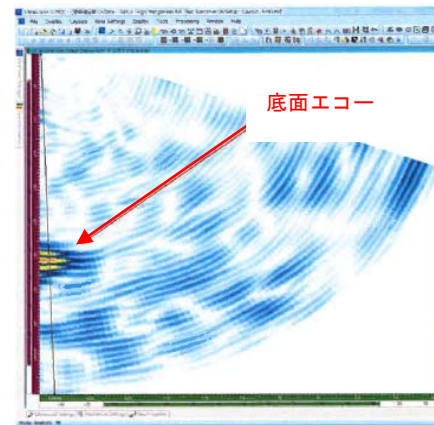


図6 探傷結果（底部健全部）

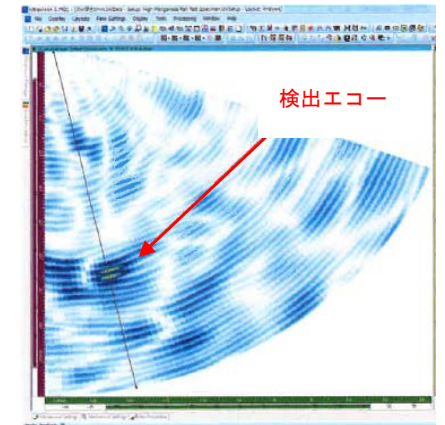


図7 探傷結果（底部スリット傷）

頭部横穴の探傷では図4および図5に示すように、健全部と比較し人工欠陥である頭部横穴が明瞭に検出できていることがわかる。しかし頭部横穴3種類の人工欠陥に対し探傷試験を実施したが、傷の大きさ（幅や長さ、深さ等）による検出エコーの変化は表れなかった。

また底部スリット傷の探傷でも同様に、図6および図7に示すように人工欠陥のエコーが検出できていることがわかる。しかし底部スリット傷も頭部横穴と同様に傷の大きさによる変化はなかった。

以上の結果より、頭部横穴および底部スリット傷に対し、傷の有無を判定するのにフェイズドアレイ式超音波探傷が有効であることが確認できた。

4. まとめ

今回のフェイズドアレイ式超音波探傷の基礎試験から、高マンガン鋼製のテストピースでは人工欠陥の探傷が可能であることを確認できた。しかし前章で述べたとおり、頭部横穴および底部スリット傷とも傷の大きさを判定することは不可能であった。また今回使用したテストピースはレール形であり、人工欠陥の検出が可能であったが、現在新幹線の分岐器で使用されている高マンガン鋼製ノーズ可動クロッシングは、形状が複雑であり様々な部材で構成されている。今後実際の高マンガン鋼製ノーズ可動クロッシングの探傷の可否や傷の大きさ（幅や長さ、深さ等）の判定などの各種項目への適用可能性について検討を実施する必要がある。

参考文献

- 1) 新版軌道材料編集委員会 編：新版 軌道材料，鉄道現業社，2011
- 2) 小林英男,大岡紀一,牧原善次：超音波による欠陥寸法測定－非破壊検査の新しい展開－，共立出版，2009