超音波探傷による伸縮継目細密検査非解体化の検討

西日本旅客鉄道株式会社　正会員　○長谷田　貴士
西日本旅客鉄道株式会社　平井　相太郎

1. 研究概要

新幹線の伸縮継目細密検査（以降，「E 細」と略す）では，解体による検査を実施している．伸縮継目の解体検査では，解体後にトングレールを吊り上げ，トングレール底部に対しては目視確認、トングレールと受けレールの摺動部に対しては浸透探傷検査を実施している．しかしながら、解体及びレールの吊り上げには一定の労力が必要な上に，浸透探傷検査は天候の影響を受けるなど，効率的な検査が実施できているとは言い難い．

このような実態を踏まえ，超音波探傷を活用した E 細の非解体化に取り組んできた[1]。これまでは超音波探傷の方法について検討してきたが、探傷可能な範囲が明確ではなかった。また、敷設されている伸縮継目において錆等が探傷に及ぼす影響なども検討できていなかったため、今回はこれらの課題に対して、室内試験及び実地試験により検討したので報告する。

2. 探傷試験概要

本研究では，中古品のトングレールに頭部水平裂と底部き裂を加工した試験片を作製し（図 1 及び図 2 参照），超音波探傷試験を実施した．なお、頭部水平裂については、振動子口径及び加工上の限界等を考慮してスリット傷の間隔を設定した。また、これまでの研究[1]から、頭部水平裂及び底部き裂に対しては表 1 に示す方法により探傷試験を実施し、スリット傷からのエコーの有無を確認した。

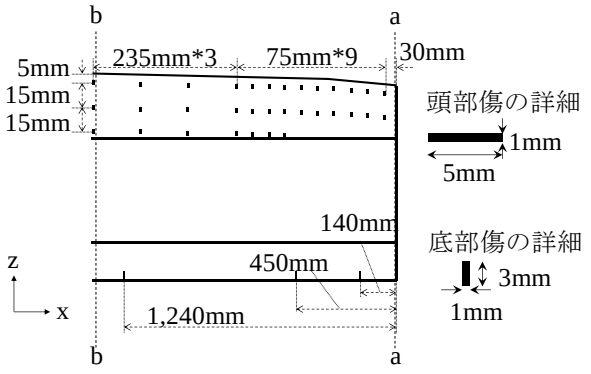


図 1　傷の詳細図（平面図）

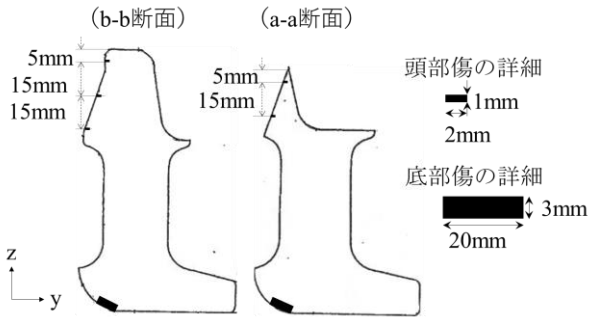


図 2　傷の詳細図（断面図）

表 1　探傷方法

方法	対象	探傷方法	走査方法
a	頭部水平裂	1/3勾配 1/4勾配 探触子 (0°) 水平裂	鉛直距離hが一定になるように0°探触子をレール長手方向に走査 鉛直距離 h
b	頭部水平裂	1/40勾配 探触子 0° 1/6勾配 1/3勾配 水平裂	レール底部からのエコーが描画される位置から0°探触子をレール長手方向に走査
c	頭部水平裂	1/3勾配 探触子 (45°) 1/4勾配 水平裂	鉛直距離hが一定になるように45°探触子をレール長手方向に走査 鉛直距離 h
d	底部き裂	45° 探触子 エコーゲル パッド 底部き裂	探触子を一定の角度に保持した状態で45°探触子をレール長手方向に走査

3. 探傷試験結果

方法(a)～(c)により頭部水平裂に対して探傷試験を実施した結果を図 3 に示す。頭部水平裂については、トングレール頭頂面からの深さが 20mm より深い位置かつトングレール先端から 700mm より後端に生じる頭部水平裂に対しては探傷することができなかった。その理由は、図 4 のように探触子とレールが接触できる限界の位置まで下げて（又は上げて）探傷しても傷エコーを取得できないためである。以上より、方法(a)～(c)では

キーワード　伸縮継目細密検査、頭部水平裂，底部き裂，超音波探傷，
連絡先　〒920-0031　石川県金沢市広岡 3 丁目 3 番 77 号　JR 西日本金沢支社新幹線施設課　TEL076-254-3035

© Japan Society of Civil Engineers

探傷不可能な領域が生じるが、斜角探触子の屈折角θを45°より小さくすることで探傷できる可能性がある。なお、方法(d)については全て探傷可能であった。

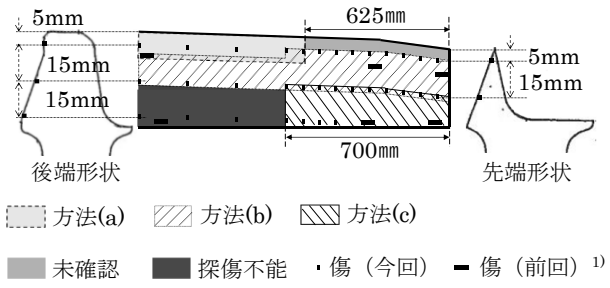


図 3　探傷試験結果

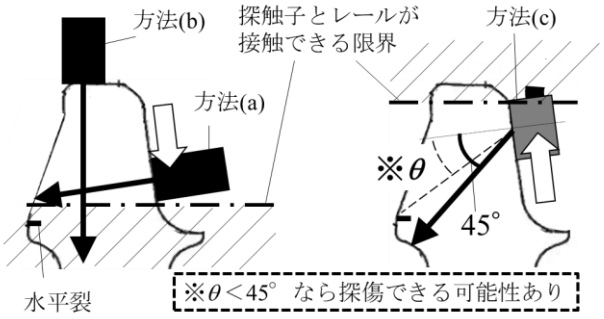
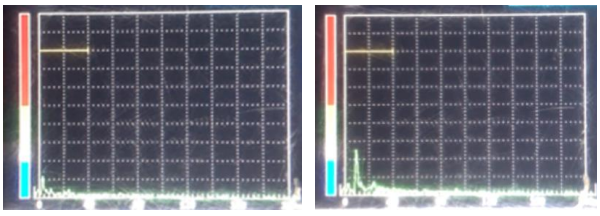


図 4　探傷イメージ

4.　敷設レールへの探傷

（１）レール表面の錆等の影響について

敷設されているレールに対して探傷する場合、表面の錆が探傷に影響を及ぼす可能性があるほか、摺動面からの雑エコー等も懸念されるため、北陸新幹線に敷設されている伸縮継目を対象に探傷試験を実施した。その結果、懸念していた錆及び摺動面からの雑エコー等はほとんど描画されず、傷の有無の判定には影響がなかった。しかしながら、図 5 に示すように、レール表面に錆がある状態で探触子を走査すると錆による凹凸があるため安定して探傷できなかった。また、探触子やエコーゲルパッドを損傷させる恐れがあることから、ワイヤーブラシ等で表面を平滑化するのが望ましい。



(a)走査前　　(b)走査中

図 5　錆による影響（方法(a)による）

（２）水平裂への探傷可否について

当社管内で発生した分岐器トングレールの頭部水平裂に対して探傷可能かを検証した。対象とした頭部水平裂は、18#分岐器のトングレール先端から 860mm、長さ 380mm、トングレール頭頂面からの深さが 3mm に発生したものである。また当該箇所の頭部幅は 3mm であったため、頭部幅が確保されない場合の探傷方法である方法(a)による探傷を実施した。その結果を図 6 に示す。図 6（傷なし）に描画された 2 本のエコーは探触子が何も物に触れていない場合でも常に描画されており、探触子内に空気等が入り込んでいると考えられる。実際に水平裂に対して探傷した結果が図 6（傷あり）である。左から 2 本目のエコーは傷がある箇所のみ描画されたため、提案した探傷方法は、実際の水平裂に対しても有効である。

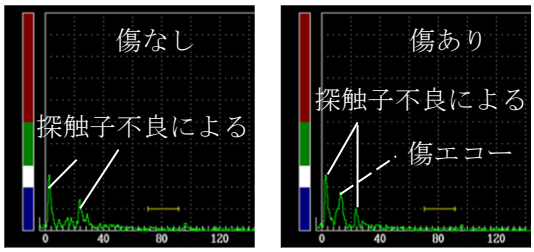


図 6　方法(a)による探傷結果

5.　結論

本研究で得られた知見を以下に示す.

- トングレール頭部水平裂に対して探傷可能な範囲を明確化した。
- 敷設されているトングレールに対して、錆や摺動面からの影響はほとんどない。ただし、表面を平滑化することが望ましい。
- 実際に発生した水平裂に対しても、提案した探傷方法は有効であった。

6.　課題

提案した方法では、図 3 に示すように探傷できない範囲が一部あることが分かった。今後は E 細の非解体化にむけて、屈折角が小さい探触子により探傷できない範囲を小さくするほか、摩耗やきしみ傷等のある伸縮継目に対して探傷可否を検討する。

参考文献

１）長谷田、狩野、伊藤：超音波探傷を活用した伸縮継目細密検査非解体化の検討、令和元年度全国大会　第 74 回年次学術講演会

© Japan Society of Civil Engineers