

超音波透過法による角鋼片内部の欠陥検出 — 音で鉄の中を見る —

SATテクノロジー・ショーケース2016

■ はじめに

建築材料、機械部品など幅広い用途に用いられる鉄鋼材料は、角鋼片と呼ばれる一次製品に圧延などの加工を施すことにより製造される。角鋼片は連続鋳造法により製造されるが、この過程において気泡の残留等により直径1-10 (mm)程度の空洞欠陥が内部に生じることがある。このような欠陥の存在は加工後の製品の品質低下に繋がるため、角鋼片の段階での欠陥検出が必要とされる。角鋼片内部の欠陥検出には超音波探傷が有効であり、現在一般的に欠陥からの反射波をもとに欠陥検出を行う反射法が用いられている。しかしこの手法には、超音波の減衰が大きくなるような高減衰角鋼片の内部欠陥検出が困難になるという課題がある。

そこで本研究では、透過法により計測した縦波伝搬時間 (Time-of-flight: TOF) を利用した簡易な高減衰角鋼片内部の欠陥検出手法を提案する。図1に提案手法の概念図を示す。超音波を透過させることにより欠陥の位置や大きさによらず十分な強度の受信信号が得られ、高減衰角鋼片への適用が可能になっている[1]。本発表では、超音波送受波器対を平行に走査させた場合の欠陥検出および欠陥径推定の数値シミュレーション結果を示す[2]。

■ 超音波透過法による角鋼片内部欠陥検出の概要

1. 欠陥検出原理

本手法は、欠陥が超音波伝搬経路上に存在するときに回折が起こり、欠陥がない時と比べTOFが増加することを利用している。図1(a)に示すように角鋼片の1断面の計測を、向かい合う2面に配置した超音波送受波器対を平行に走査させて行い、計測断面を長手方向にずらすことにより角鋼片全体の欠陥検出を行う。図1(b)に示す欠陥の検出を行う計測断面と、図1(c)に示す欠陥を含まない参照面での受信波形を比較し、TOFの変化量を計測する。図1(d)下方に示すように、送受波器対を平行走査させて得たTOF変化量と計測位置の関係 (TOF変化プロファイル) をもとに欠陥の情報を得る。

2. 数値シミュレーション

提案手法の有効性を検討するため、欠陥の径および位置を様々に変化させた数値シミュレーションを行った。欠陥を計測断面の中心に配置し、欠陥の径を広げた場合、TOF変化量もそれに伴って単調に増加することが確認できた。このことから、TOF変化量から欠陥の径が推定できることが示唆された。また、欠陥の位置を変化させた場合においても、欠陥の位置によらず欠陥の検出が可能である

ことを示した。提案手法における送信信号の周波数は0.5-1.5 (MHz)程度の比較的低周波が適していることが確認された。低周波数信号が利用できることから金属の結晶粒による減衰に強く、高減衰角鋼片に対しても適用可能な手法であることが示唆された。

3. 今後の展望

これまで数値シミュレーションにより提案手法の有効性を確認してきた。今後は、角鋼片を用いた実証実験を予定している。また、複数の超音波送波器から信号を同時または時間を少しずつして送信し、超音波を収束させることによる欠陥検出精度の向上を検討している。

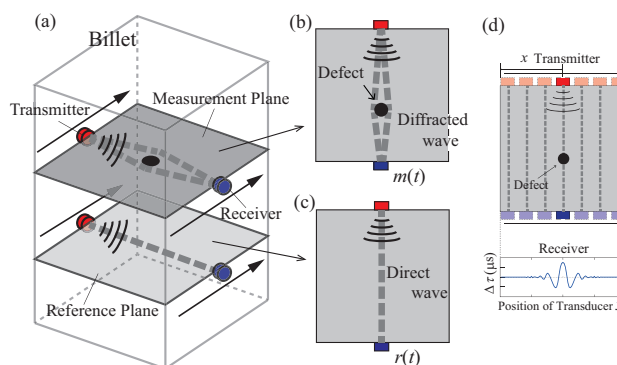


図1 欠陥検出手順 (a):角鋼片の1断面を送受波器の平行走査により計測し、計測断面を長手方向にずらして全体の計測を行う。(b):欠陥がある伝搬経路ではTOFが増加する。(c):欠陥がない参照面での受信信号との比較によりTOF変化量を求める。(d):計測位置とTOF変化量の関係から欠陥の情報を得る。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

- [1] Y. Norose, K. Mizutani and N. Wakatsuki : “Application of ultrasonic computerized tomography using time-of-flight measured by transmission method to nondestructive inspection for high-attenuation billets”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.53, 07KC19 (2014).
- [2] R. Miyamoto, K. Mizutani, T. Ebihara and N. Wakatsuki : “Defect detection and size estimation in billet from profile of time-of-flight using ultrasonic transmission method with linear scanning”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.54, 07HC11 (2015).

■キーワード: (1) 超音波透過法
(2) 非破壊評価
(3) 角鋼片

■共同研究者: 水谷 孝一(みずたに こういち)
若槻 尚斗(わかつき なおと)
海老原 格(えびはら ただし)

代表発表者 宮本 隆典 (みやもと りゅうすけ)
所属 筑波大学大学院システム情報工学研究科
知能機能システム専攻 音響システム研究室
問合せ先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
TEL: 029-853-5468
E-mail: miyamoto@aclab.esys.tsukuba.ac.jp
Web: http://www.aclab.esys.tsukuba.ac.jp/