

レーザー生成超音波を用いた原子カプラント構造物の非破壊評価の試み

Laser Excited Ultrasonic Approach for Non-destructive Evaluation of Nuclear Power Plant Structures

*古澤彰憲¹, 西村昭彦¹, 鳥本和弘², 竹仲佑介³

¹原子力機構, ²日本アドバンステクノロジー, ³エーテック

レーザー超音波技術による原子カプラント構造物の遠隔非破壊評価技術のための基礎検討を行ったので報告する。ナノ秒パルスレーザー, 縦・横波超音波センサおよびレーザー変位計を用いてレーザー超音波送受信実験を行い, レーザー生成超音波波形を数値計算結果と比較, 検討し課題の整理を行った。

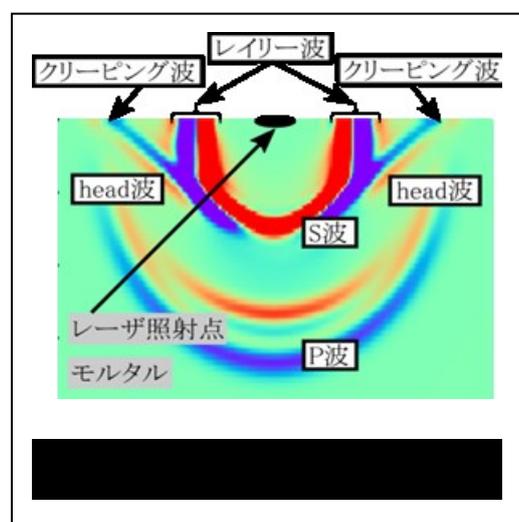
キーワード: レーザー, 超音波, 非破壊検査, 構造物健全性評価。

1. はじめに

福島第一原子力発電所では東日本大震災での津波の被害から炉心融解が発生し、溶融燃料が格納容器下部のペDESTAL内に堆積した状況にある^[1]。ペDESTALは鉄筋コンクリートで構成されており、初期の高温燃料デブリによる熱変成や冷却用海水の注入による健全性低下が懸念される。燃料デブリ取り出し完了までペDESTALを維持することが必要であり、遠隔からのペDESTALの健全性評価・監視技術の確立は重要である。本研究では、遠隔非接触で超音波を励起可能なレーザー超音波技術を用いて超音波検査実験を行った。数値計算環境の構築から実験結果と数値計算結果との比較と課題の整理を行ったので報告する。

2. 数値計算の方法

コンクリート表面及び内部を伝播する超音波の解析のため、FDTD法^[2]を用いた3次元超音波伝播シミュレータを構築した。図1に同シミュレータを用いたレーザーにより励起される超音波の計算結果と、超音波の



分類を示す。直方体を伝播する超音波の図中下向きの粒子速度成分をコンターで示した。図中の黒点がレーザー照射位置である。レーザー照射位置から同心円状に各種弾性波が発生・伝播している様子が確認できる。励起される超音波はバルク波のS波、P波、および表面波であるレイリー波、クリーピング波、クリーピング波からモード変換し発生するHead波である。本数値計算では、簡単のため骨材を含むコンクリートではなく、砂およびセメントで構成されるモルタルを対象として数値計算した。

3. 考察

コンクリートは700度以上の温度では炭酸ガスと水蒸気を放出し、骨材の碎石は結合を失い分解する。内部の鉄筋は

高温で膨張し引っ張りに弱いコンクリート部分を破壊する。コンクリートと鉄筋の間には隙間が生じて、ここに地下水が侵入し錆を発生させる。以上のようにペDESTAL内部で生じる現象の網羅は困難であるが、長期の風化を考慮しつつ、実験方法、実験波形、計算結果との比較検討および課題について報告する。

参考文献

[1] 東京電力, “福島第一原子力発電所1~3号機の炉心状態について”,

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_111130_09-j.pdf (2016.6アクセス).

[2] 佐藤雅弘, “FDTD法による弾性振動・波動の解析入門”, 森北出版, 2003.

*Akinori Furusawa¹, Akihiko Nishimura¹, Kazuhiro Torimoto² and Yusuke Takenaka³

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Nippon Advanced Technology Co., Ltd., ³A-tec Co., Ltd.