

3次元弾性波・AE トモグラフィによる輪荷重試験下の浸水した RC 床版の劣化損傷進展評価

京都大学 正会員 ○麻植 久史 塩谷 智基
 京都大学 非会員 福本 伸太郎

1. 目的

近年、我が国では公共事業費や人口減少による土木技術者の減少のため、経年劣化が進んでいるコンクリート構造物の維持管理体制構築を限られた予算の下で実行することが望まれている。これには、コンクリート構造物の内部損傷程度を非破壊で精確に診断・評価して、構造物に大規模な変状が生じる前に補修・補強などの対策を行うことで、長寿命化を可能とする予防保全が重要である。これを比較的lowコストかつ安全に実施できる手法の一つに弾性波トモグラフィやAE トモグラフィが挙げられる。これら手法の実RC床板適用のために、速度変化と実際の劣化損傷条件の関係が明らかにされている¹⁾。しかし、RC床板内に水が浸入した場合においては上記の関係は成立しない可能性が高い。また、RC床板へ水が浸入すると土砂化を引き起こすが、これは外観から確認することができない。そこで本研究では、上面を浸水させたRC床板供試体に対して輪荷重走行試験を実施し、鉄球打撃により励起した弾性波を使用した弾性波トモグラフィと、これに静的載荷で生じたAEを組み合わせた弾性波・AE トモグラフィを実施した。これより、水の影響を伴うRC床板の劣化損傷進展と速度変化の関係、および土砂化検知を試みた。

2. 実験概要

RC床版における水の影響を考慮した疲労劣化損傷を模擬するために、RC床板供試体の上面を浸水させて輪荷重走行試験を実施した。試験は、98 kNの荷重で10万回行った後、荷重を127.4 kNに増加させて20万回まで実施し、次に156.8 kNの荷重で疲労限界である214,194回まで行った。また、荷重を増加させた走行を始める前に同荷重で静的載荷を行っている。RC床版供試体のサイズは3.0×2.0×1.6(m)であり、圧縮強度は20.7 N/mm²である。供試体上面の水面が一定になるように数回に渡って水の注ぎ足しを行っている。この供試体表面において鉄球打撃による弾性波を励起し、センサまでの伝播速度を計測して3次元弾性波トモグラフィを実施した。このため図-1に示すように、AEセンサを、供試体上面に10個、下面に18個、側面に4個、および端部に4個の計36個を設置し、打点を34点設けた。AEセンサの共振周波数は60 kHzであり、打撃時に用いた鉄球の直径は35 mmである。弾性波の計測は、試験前(0回時)、10万回実施後、20万回実施後、および疲労限界後に行った。輪荷重は、図-3の緑破線で示す長軸方向に設置した走行板の上で実施しており、青線内は浸水部である。

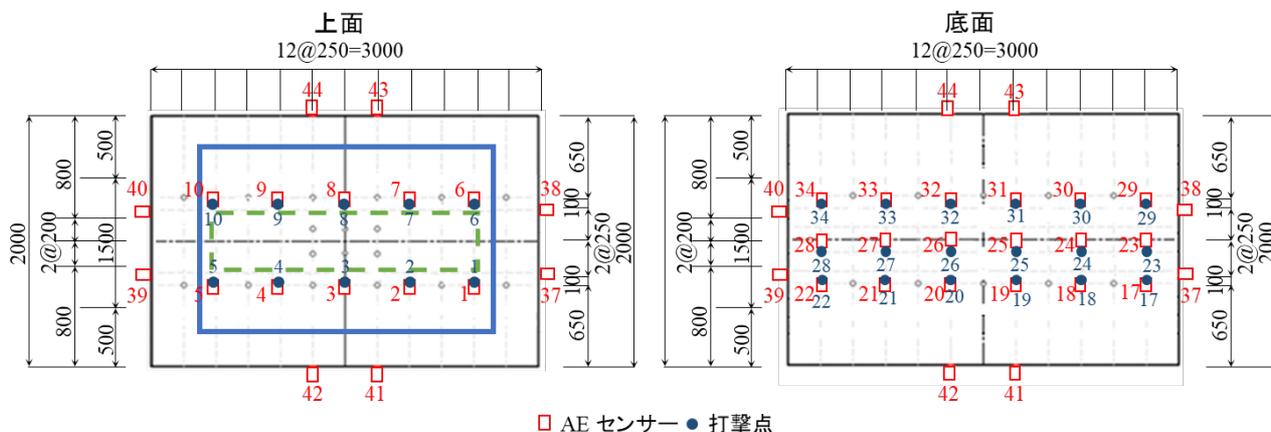


図-1 受信センサおよび打点の配置

キーワード：浸水，3次元弾性波・AE トモグラフィ，速度分布，RC床板，土砂化

連絡先：〒615-8540 京都市西京区京都大学Cクラスター 京都大学大学院桂4 C3-b4S16 工学研究科 TEL075-383-3496

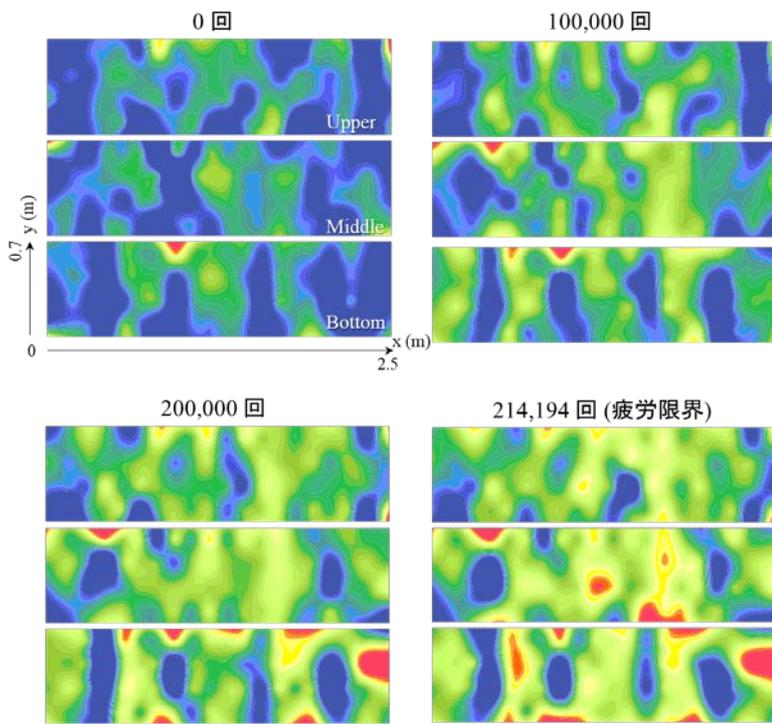


図 - 2 3次元弾性波トモグラフィによる
走行回数ごとの3次元速度分布

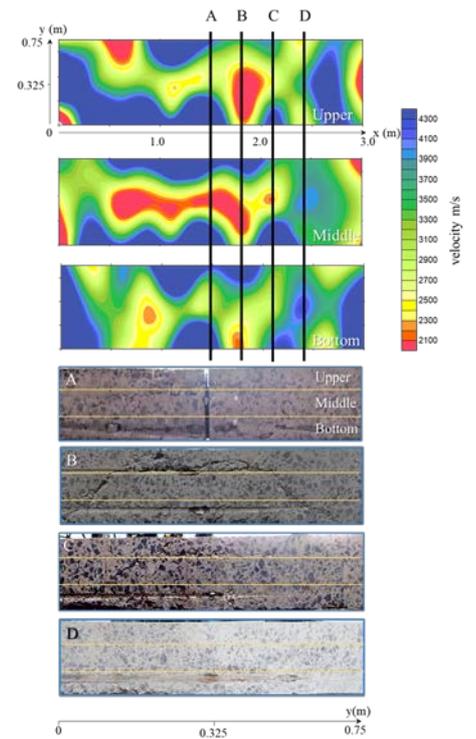


図 - 3 3次元弾性波・AE トモグラフィによる
疲労限界後の3次元速度分布と床板断面写真

3. 解析結果と考察

浸水させた RC 床版供試体における内部損傷進展を速度分布より評価するために、試験前、10 万回実施後、20 万回実施後、および疲労限界後に対して、3次元弾性波トモグラフィを実施した(図 - 2)。この結果、速度が段階ごとに低下しており、特に短軸方向の連続性が見られる。これより、初期に生じた微細ひび割れに水が浸入することで、その部分のひび割れ進展が加速すると考えられる。また、輪荷重走行板下に波線を設けることが困難であるため、同位置に存在すると思われる土砂化が検知できていない。これを解決するため、疲労限界時において、静的載荷で生じた AE と打撃による弾性波と合わせた 3次元弾性波・AE トモグラフィを適用した(図 - 3)。ここで得られた速度分布と、試験後に RC 床版供試体を切り出して得られた各断面の状況と比較した(図 - 3)結果、目視で確認した土砂化部分と良い対応を示した。これより実床板においても AE トモグラフィの適用により、土砂化を検知できることが明らかになった。

4. 結論

本研究では、水の影響を伴う RC 床板の劣化損傷進展と速度変化の関係を明らかにするために、上面を浸水させた RC 床版供試体に対して輪荷重走行試験と、打撃による弾性波を使用した弾性波トモグラフィを行った。その結果、初期に生じた微細ひび割れに水が浸入することで、その部分のひび割れ進展が加速すると推定できた。また、静的載荷による AE を信号源として加えた AE・弾性波トモグラフィにより波線不足を補うことで、RC 床板上面付近にある土砂化分布を検知できた。

謝辞

実験に協力して頂いた日本大学の岩城一郎先生、子田康弘先生、東京大学の田中泰司先生に深甚の謝意を表す。なお本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム)「道路インフラマネジメントサイクルの展開と国内外への実装を目指した統括的研究」(管理法人：国立研究開発法人科学技術振興機構)の支援を受けて行った。

参考文献

- 1) T. Shiotani, H. Asaue, T. Maeshima, Y. Tanaka.: Evolution of Fatigue Damage in Wheel-Loading Tests Evaluated by 3D Elastic-Wave Tomography, Journal of Disaster Research Vol. 12 No. 3, pp.487-495, 2017.