

情報地質学の社会インフラへの展開（1）： 3次元弾性波・AEトモグラフィによる輪荷重試験下にある 鉄筋コンクリート床板の劣化損傷進展評価

麻植 久史*, 塩谷 智基*, 福本 伸太郎**, 前島 拓***

Expansion of Geoinformatics to Social Infrastructures (1): Fatigue Damage Characterization of RC Slabs by Means of 3D Elastic Wave & AE Tomography

Hisafumi Asaue*, Tomoki Shiotani*, Shintaro Fukumoto**, Takuya Maeshima***

*京都大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Kyoto University, Kyotodaigaku-Katsura,
Nishikyo-ku, Kyoto, 615-8540, Japan.

E-mail: asaue.hisafumi.7a@kyoto-u.ac.jp

**IHI 検査計測 IHI Inspection & Instrumentation CO., Ltd.

***日本大学, Nihon University.

キーワード: 損傷評価, 可視化, 疲労破壊

Key words : Damage evaluation, Visualization, Fatigue failure

1. はじめに

現在, 我が国における橋梁の18%が建設後50年を経過しており, この割合は10年後に約42%と急増する¹⁾。この老朽化する橋梁 RC 床板を限られた予算の下で効率的に維持管理するには, 構造物に大規模な変状が生じる前に補修・補強を行い, 長寿命化を可能とする予防保全が重要である。そのため, RC 床板の劣化損傷がどのように進展するか把握する必要がある。なかでも, RC 床板内に水が浸入すると劣化損傷が促進することが問題となっているが, その促進過程や程度は明らかになっていない。そこで本研究では, 乾燥状態の RC 床板と, 上面を浸水させた RC 床板に対して輪荷重走行試験を実施した。同時に, 鉄球打撃により励起した弾性波と静的載荷で発生した AE を使用した 3次元弾性波・AE トモグラフィを適用した。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を明らかにした。

2. 実験概要

乾燥状態と浸水状態の RC 床版供試体 (3.0 × 2.0 × 0.16 m) の中央長軸方向に輪荷重載荷を行った。両供試体の外観を図 1 に示す。輪荷重載荷は疲労限界まで実施した。走行回数と載荷荷重の関係を図 2 に示す。この供試体に対して, AE センサを上面に 10 個, 下面に 18 個, および側面に 4 個の計 32 個を設置した。AE センサの共振周波数は 60 kHz, 打撃時に用いた鉄球の直径は 35 mm (上限周波数 8.3 khz) である。AE センサの配置図と打撃点の位置関係を図 3 に示す。静的載荷と鉄球打撃による弾性波の計測は, 0 回,



乾燥状態 浸水状態

図 1 RC 床版供試体の外観

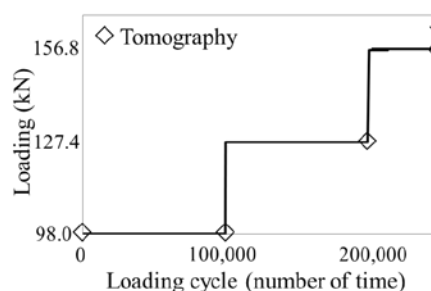


図 2 輪荷重走行プログラム

10 万回, 20 万回, および 25 万回の各段階で行っている。

3. 解析結果

各段階で得られたデータに対して, 3次元弾性波・AE トモグラフィ解析²⁾を行った結果を図 4 に示す。これより, 乾燥状態の RC 床版供試体では, 輪荷重走行前の結果である 0

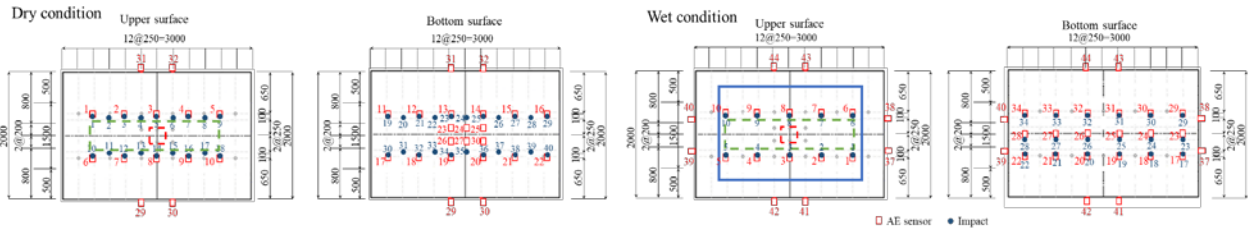


図3 センサと打撃点の位置（緑破線長方向は輪荷重走行位置，赤破線は静的載荷位置，青線内は浸水部）

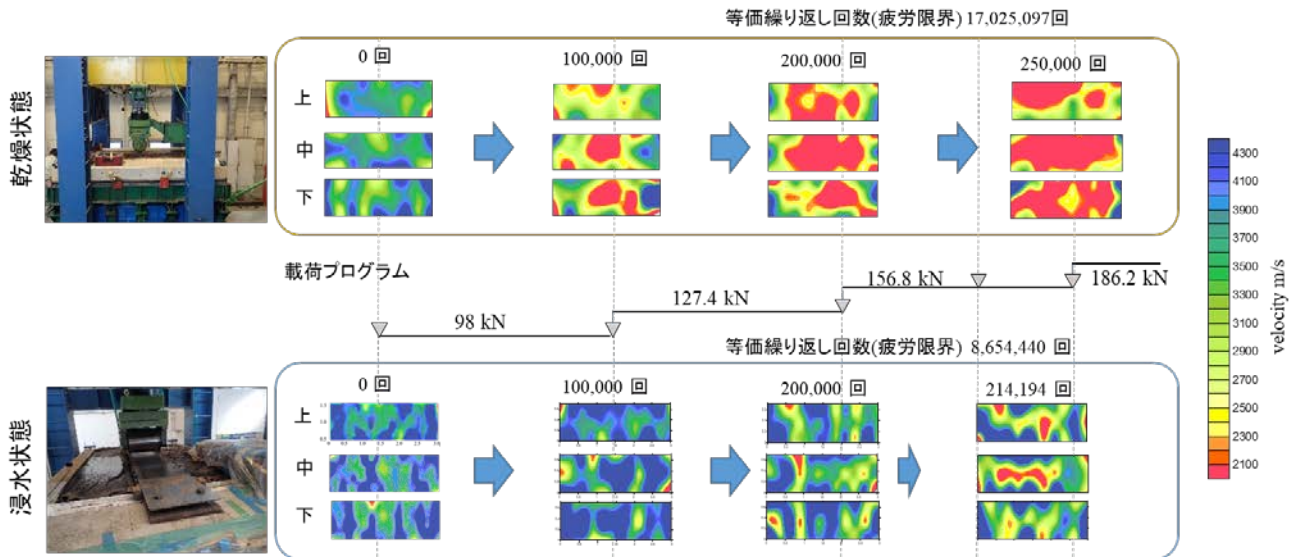


図4 乾燥状態と浸水状態におけるRC床版内部の速度変化

回で、供試体作製時の不均質性と思われる低速度領域が表れているが、全体的に 3500 m/s 以上の速度を示している。また、10 万回終了時から 2500 m/s 以下の低速度部が表れ始めており、これは内部損傷の大きい場所を示していると考えられる。疲労限界である 25 万回終了時の速度構造は全体的に 2500 m/s 以下を示しており、内部損傷が広範囲に進展していることが示唆される。

また、浸水状態における 0 回の速度分布を見ると、上面から底面にかけて 3300 m/s 以上の速度が広く分布している。やや低い速度分布が一部のみみられるが、全体の平均速度は 4400 m/s であり、基本的に健全であると言える。10 万回実施後の速度分布では、3000 m/s 以下の部分も多少明瞭になり、それらは短軸方向に連続するように現れている点特徴的である。平均速度も 4000 m/s となっている。20 万回実施後の速度分布では、3000 m/s 以下の速度が広く分布するようになり、損傷と判断できる 2700 m/s 以下の値も床板中央から下部に向けて表れ始めている。しかし、平均速度は 3800 m/s とやや高い値を示すため健全部と損傷部が明瞭に分かれていると判断できる。疲労限界である 214,194 回の速度分布では、2700 m/s 以下の低速度分布がより広い範囲で表れている。また、この低速度領域は中央部で明瞭である。また、平均速度は 3700 m/s であり、20 万回実施後と比べて平均速度の低下が小さい。

載荷荷重を 98 kN として輪荷重走行回数を等価換算すると乾燥状態と浸水状態の疲労限界は、それぞれ 17,025,097 回と 8,654,440 回となる。浸水状態では、乾燥状態の約半分の輪荷重走行回数で疲労限界に達する。

上記より、乾燥状態では、輪荷重による疲労破壊が全体的に進展するが、浸水状態では低速度分布に対応する一部の

位置で疲労破壊が促進されており、全体的な疲労破壊が生じる前に疲労限界に至るといえる。この理由として、浸水状態では、初期に生じた内部ひび割れに水が浸入し、その部分のひび割れ進展が加速して、早期に疲労限界に達してしまうと考えられる。

4. まとめ

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、乾燥状態と上面を浸水させた RC 床板供試体に対して輪荷重走行試験下で、打撃による弾性波と、静的載荷による AE を信号源として加えた 3 次元弾性波・AE トモグラフィを実施した。その結果、浸水した RC 床板の疲労破壊機構を明らかにできた。

謝辞：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。

文献

- 1) 国土交通省：平成 26 年度道路メンテナンス年報 2015.
- 2) T. Shiotani, S. Osawa, Y. Kobayashi and S. Momoki, 'Application of 3D AE tomography for triaxial tests of rocky specimens', Proceedings of 31st conference of the European Working Group on Acoustic Emission (EWGAE), 2014 (CD-ROM).