音響探査法を用いたコンクリート表層欠陥探査技術の開発
－（1）アスファルト供試体を用いた音響探査の適用実験－

桐蔭横浜大学　学生会員　○上地　樹
桐蔭横浜大学　正会員　杉本　恒美
桐蔭横浜大学　学生会員　赤松　亮
佐藤工業（株）　正会員　歌川　紀之
明篤技研　片倉　景義

1. はじめに

コンクリート構造物内部の欠陥を把握する検査方法として、打音検査法が多く用いられてきた。しかしこの方法では直接打音が困難な場所での検査が困難であった。従って我々は、長距離音響発生装置（LRAD：Long Range Acoustic Device)とスキャニング振動計（SLDV：Scanning Laser Doppler Vibrometer)を用いた、非接触による非破壊探査法の検討を行った[1-3]。

今回は、鉄筋コンクリートを用いた RC 床版(Reinforced Concrete)に生じると考えられる、損傷・劣化を模擬した供試体を用いて、実験を行った。RC 床版では、活荷重や雨水の侵入による床版と舗装の剥離である分離化、かぶり部の脆弱化、そして凍結防止剤の浸透を原因とする鉄筋腐食による水平剥離・ひび割れ等、様々な損傷・劣化が起こり得る。そこで本実験では表面からでは認識できない、コンクリート内部の水平剥離を検出することを目的として適用性の検討のため実験を行った。なお供用中の RC 床版は一般的にアスファルト舗装がされている。従って、今回の実験ではアスファルト舗装面からの検出を行った。

2. アスファルト供試体について

今回の実験で使用したアスファルト供試体とは、厚さ 75 mm のアスファルト舗装が施された状態のコンクリート供試体である。Fig. 1 に供試体例を示す。内部には、生じる可能性のある分離化、水平剥離、脆弱化、それぞれを模した疑似的な欠陥が埋設されている。欠陥の概要を Table 1 に示す。埋設されているろ紙の大きさは 400 mm×400 mm×1 mm である。細骨材と粗骨材は、供試体中心に 400 mm×400 mm の範囲に埋設されている[4]。

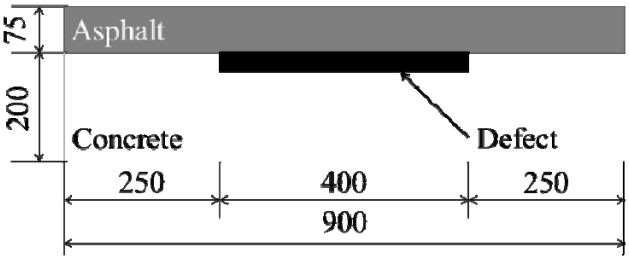

Fig.1　アスファルト供試体例　側面図

3. 音響探査法による適用実験

LRAD から欠陥部の共振周波数の音波を放射することにより、欠陥が存在するコンクリート表面にたわみ共振が生じる。その時のコンクリート表面の振動速度を SLDV で計測する。欠陥部と健全部では振動速度に差異が発生するため、欠陥部の位置を特定することが可能である。

Table 1　欠陥の概要

欠陥種類	欠陥深さ(mm)	欠陥材料
分離化	75	ろ紙
水平剥離	105	ろ紙+ビニール
	155	ろ紙+ビニール
脆弱化	75-105	細骨材+粗骨材

キーワード；コンクリート欠陥、非破壊検査、非接触音響探査法、長距離音響発生装置(LRAD)、スキャニング振動計(SLDV)
連絡先：〒225-8503　神奈川県横浜市青葉区鉄町 1614　TEL 045-972-5881(ex,2283 or 3684)　FAX 045-972-5972

3.1 ハンマ加振による共振周波数の特定

初めに、ハンマ加振により供試体を振動させ、SLDV により振動速度計測を行った。次に検出した振動波形から欠陥部の共振周波数を特定した。その後、共振周波数のバースト波を LRAD から放射して、非接触音響探査法を行った。最後に、検出した振動速度にデータ処理を行い、二次元的な輝度映像化を行った

3.2. 非接触音響探査法の実験セットアップ

音源である LRAD は供試体上 1 m の位置に設置した。SLDV は供試体中心から 1.2 m の位置に設置した。この状態で、非接触音響探査法を行った。Fig. 2 に非接触音響探査法の実験セットアップ図を示す。計測範囲は、供試体の中心 500 mm×500 mm の範囲に設定した。計測ポイント数は 121 ポイント(11×11)に設定した。

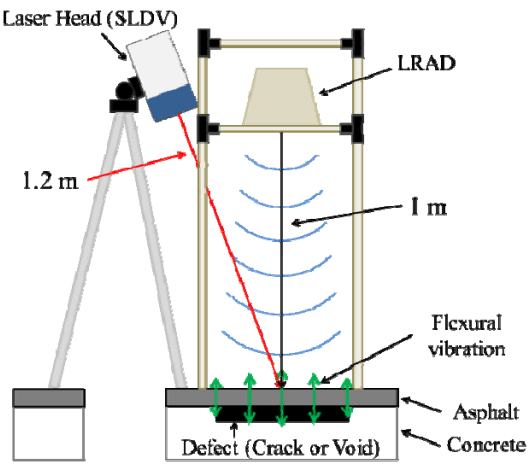

Fig.2 実験セットアップ図

3.3. 結果と考察

非接触音響探査法により得られた、四種類のアスファルト供試体の振動速度分布を輝度映像化した結果を Fig. 3 に示す。内側の黒枠が欠陥部の範囲、外側の黒枠は計測した範囲を示している。赤色に成程振動速度が高いことを示しており、全ての結果において欠陥部中心で振動速度が増加していることが確認できる。この事から、欠陥部のたわみ振動が SLDV により計測できていると推察できる。

(a) (b) (c) (d)

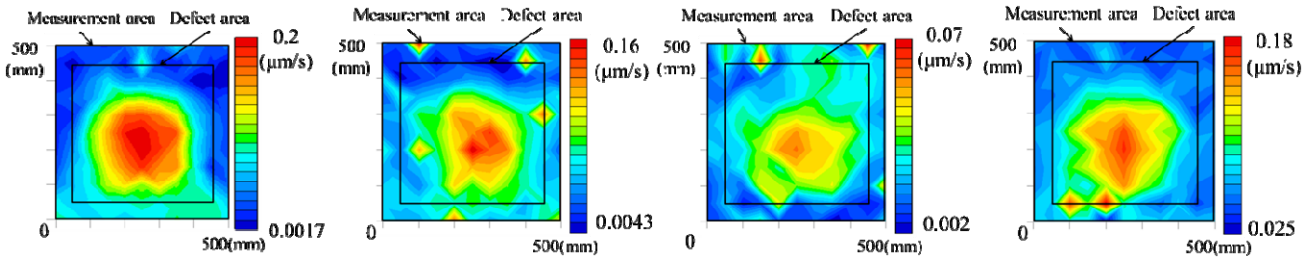

Fig.3 振動速度による輝度映像化

(a)分離化 欠陥深さ 75 mm 1536 Hz (b)水平剥離 欠陥深さ 105 mm 1466 Hz

(c)水平剥離 欠陥深さ 155 mm 2296 Hz (d)脆弱化 欠陥深さ 75-105 mm 1080 Hz

4. まとめ

今回は、アスファルト面下に存在するコンクリート欠陥に対する非接触音響探査法の適用性の検討を行った。実験結果から、アスファルト舗装がされた供試体でも、表面から 155 mm の深さに存在する欠陥が検出可能であることが確認できた。今後も、さらに非接触音響探査法の実用化に向けて検討を加えていく予定である。

謝辞：今回の実験では、アスファルト供試体を実験対象として提供して頂いた、金沢工業大学の木村定雄教授、および資料を提供して頂いた杉山弘晃さんに感謝いたします。

参考文献：

[1] T. Sugimoto, R. Akamatsu, N. Utagawa and S. Tsujino: Abstract Book, IEEE IUS Proc., p. 744, (2011).

[2] R. Akamatsu, T. Sugimoto, N. Utagawa and K. Katakura: Abstract Book, IEEE IUS Proc., p.94 (2012).

[3] R. Akamatsu, T. Sugimoto, N. Utagawa and K. Katakura, JJAP, Vol.52, 07HC12, (2013).

[4]杉山、北川、有馬、木村「打音法による橋梁床版の損傷検知の信頼性に関する検討」北陸橋梁保全会議 VOL 1(2013)