

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

— (2) 隙間が異なるはく離欠陥の検出に関する検討—

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

1. はじめに

強力な空中放射音波とレーザドップラ振動計を用いたコンクリート非破壊検査のための非接触音響探査法に関する研究を行っている¹⁻⁶⁾。今回音響探査法において表層部中に生じたひび割れによるはく離欠陥が空洞欠陥と同様に探査可能かどうか検討を行った。本稿でははく離欠陥モデルの製作および探査実験結果について述べる。

2. はく離欠陥検出の検討

本研究では、表層部のはく離や空洞を模擬するため、発泡スチロールを埋設した試験体を用いてきたが、実際の塩害による鉄筋膨張で生じるはく離などを想定する場合、はく離の隙間はかなり狭いことも想定される。はく離をより現実的に作るため、鉄筋を強制的に腐食させ、はく離を発生させることも可能であるが、はく離の間隙幅やはく離広さを定めた定量的な試験体とはならない。本報告では、一度、割裂させた試験体を用い、間隙幅を変化させ、再度コンクリート内部に埋設することにより、音響探査法の適用性検討のための試験体を作った。本試験体を用い、間隙幅の変化により、探査性能にどのような影響を与えるのかを調べた。

2-1 供試体製作方法

剥離欠陥モデルは壁型供試体(150×200×30 cm³)にひび割れを有した小型供試体(以下はく離モデル)を埋設することで再現した。はく離モデルの製作手順を以下に示す(図1参照)。

- ① 円柱状コンクリートピース(φ100×200 mm)を割裂引張強度試験により2つに割裂させる。
- ② 測定面側をフラットにするため、割裂させたテストピースのうち一つを半分にカットする。
- ③ 割裂させた二つの供試体間に金属スペーサを挿入することで間隙幅を調整。
- ④ エポキシ接着剤を亀裂部周囲に塗布。供試体の固定とともに、後に流し込むコンクリートの侵入を防ぐ。

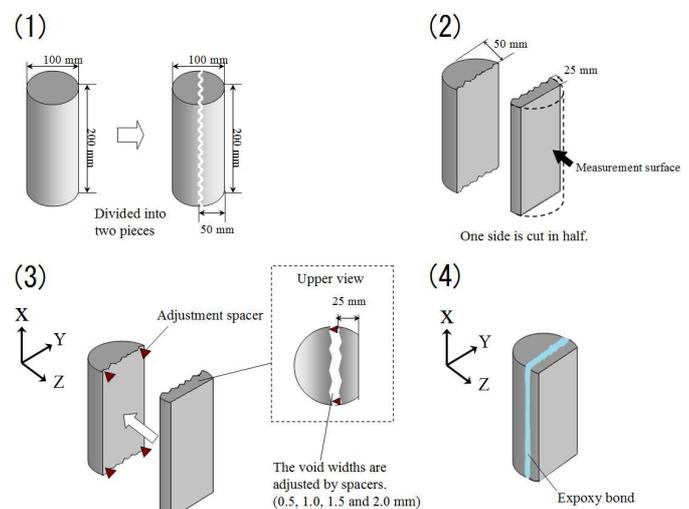


図1 はく離モデル製作手順

埋設したはく離モデルは4種類で、内3種類それぞれ間隙幅が異なる。この時調整した間隙幅は1.0 mm、0.5 mm および 0 mm である。0 mm のものは割裂後にスペーサなどを挿入せずに再度固定したものである。残りの1つは空洞の代わりとして厚さ25mmの発泡スチロールを挿入したものである。埋設後の各試料のひび割れの深さは25 mm程度、欠陥寸法は100×200 mm²となる。加えてφ150×300 mmの円柱状テストピースを用いて製作したはく離モデルもそれぞれ4種類上記の手順により用意した。この試料のひび割れ深さは50 mm、欠陥寸法は150×300 mm²である。

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：〒243-0123 神奈川県 厚木市 森の里青山 14-10 TEL 046-270-3091, FAX 046-270-3091

2-2 探査セットアップ

実験は室内で行った。音源-供試体間の距離は 5 m とし、高さはコンクリート供試体に埋設した各欠陥位置に対し、正対させるようセットアップしている。そのため、SLDV 側のレーザの照射角度は若干斜めからとなる。送振波形は 0.5-7 kHz 程度周波数帯域を持った探査用のトーンバースト波を用いた。出力した音圧はコンクリート表面付近で 100 dB 程度であり、これは騒音計を用いて調整している。

2-3 探査結果

各欠陥試料の位置の中心点上の振動速度スペクトルを比較したものを図 2 に示す。図 2 (a) は深さ 25 mm、欠陥寸法 100×200 mm² のものである。図 2 (a) 中の発泡スチロールおよび間隙幅 1.0 mm では 3.5 kHz 周辺で明確な応答が見られる。0.5 mm と 0 mm においてもピークが確認出来るが、発泡スチロールと間隙幅 1.0 mm のものに比べると振幅が小さい。これは設定間隙幅が狭くなったため、割裂したテストピース間の接触面積が増加していることが影響していると考えられる。図 2 (b) は深さ 50 mm、欠陥寸法は 150×300 mm² の結果である。図 2 (a) と比べると欠陥自体が深いため、全体的な振幅は小さいが、図 2 (a) と同様に間隙幅 0 mm のものであってもピークを確認することが出来る。これらの結果から、ここで示すはく離欠陥の広さと深さであれば、間隙幅が 0 mm であっても、欠陥の有無については探査できることが分かった。なお、両グラフともに 1 kHz で見られるピークは SLDV レーザヘッド自体の共振周波数である。

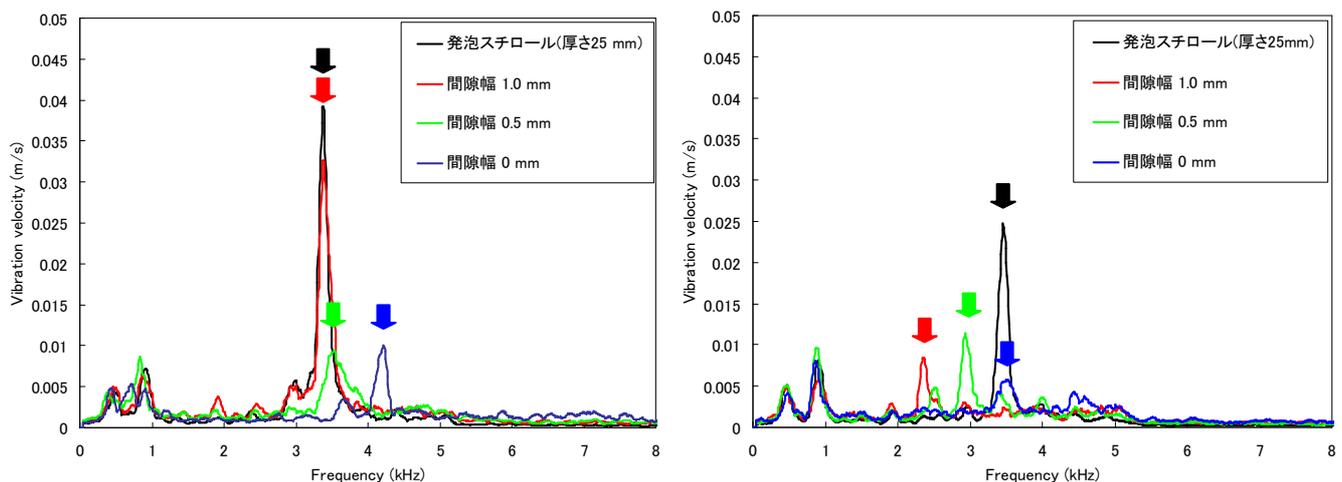


図 2 各欠陥試料上での振動速度スペクトル

(a) 深さ 25 mm, 欠陥寸法 100×200 mm², (b) 深さ 50 mm, 欠陥寸法 150×300 mm².

3. まとめ

今回、音響探査法のはく離欠陥への適応性を調べるため、模擬したコンクリート供試体の製作および探査実験を実施した。結果から、間隙幅 0 mm(一度割裂後、再度固定し直したもの)であっても検出可能であることを確認した。今後、実構造物を用いた探査実験、入射音波の角度依存性および欠陥検出アルゴリズムなどについて検討を行っていく予定である。

謝辞：平成24年度の国土交通省「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」の助成を受けたものである。

参考文献：1) 歌川、赤松、杉本、土木学会(第66回)年講, pp79-80, (2011)

2) 歌川、片倉、赤松、杉本、土木学会(第67回)年講, pp57-58, (2012)

3) 杉本、赤松、歌川、片倉、土木学会(第67回)年講, pp59-60, (2012)

4) T.Sugimoto, R.Akamatsu, T.Sugimoto, N.Utagawa and S.Tsujino, IEEE IUS Proc., pp.744-747, (2011)

5) R.Akamatsu, T.Sugimoto, N.Utagawa and S.Tsujino, Proc. of the 10th SEGJ International Symposium, pp84-87, (2011)

6) 赤松、杉本、歌川、辻野、安全・安心な社会を築く先進材料・非破壊計測技術シンポジウム論文集, pp35-38, (2012)