

音伝播特性に基づいた PIC フォームの含浸率の推定

○東京工科大学・学生会員・李昊宇, 東京工科大学・学生会員・丁宇浩,
東京工科大学・一般会員・天野直紀,
マテラス青梅工業株式会社・一般会員・斯真田隆一, マテラス青梅工業株式会社・鶴田健

1. はじめに

現在、インフラの老朽化が大きな社会問題になっている。2016年国土交通省の報告によると、高度成長期以降に整備された道路橋、トンネル、河川、下水道、港湾等について、今後20年で建設後50年以上経過する施設の割合が加速度的に高くなる¹⁾。したがって、今後、構造物をより頑健に構築・修復する技術が重要になる。その中でPICフォームは一つの解決策となる。PICフォームは硬化コンクリートの微細な空隙に、樹脂のモノマーを含浸、重合させポリマー化し、ち密にした複合強化材料である。このコンクリートは耐衝撃性、耐磨耗性、耐腐食性といった利点があるので、将来的に広く適用されると考えられる²⁾。

2. 実験概要

2.1 関連研究と提案方法

PICフォームの含浸率については従来、ポリマー化前と後の質量から算出している。このような全体的な手法に対し、より詳細に場所を特定して含浸率を推定することができれば、PICフォームの安全性をより高めることができる。このため、本研究は可聴音の音伝播特性³⁾を用いて含浸率を推定する。この手法では高価な設備と複雑な操作が不要で、簡易な計測装置でできる。

2.2 実験方法

先行研究⁴⁾において、試験体に対して含浸率0の試験体は推定の精度に悪影響及ぼすので、本実験に使用したPICフォームの実験体は9つ

である。その含浸率を表1に示す。

表1 実験体の含浸率

厚さ (mm)	実験体 NO.	含浸率(%)
30	1	2.4
	2	3.4
	3	4.9
15	4	3.7
	5	4.2
	6	4.7
50	7	1.8
	8	2.8
	9	4.5

実験体をスピーカー (LC-dolida ポータブルスピーカー) とマイク (GeoSafari® Sonic Sleuth) で挟み、スピーカーから周波数 1kHz の音を鳴らし、マイクで記録した (図1)。

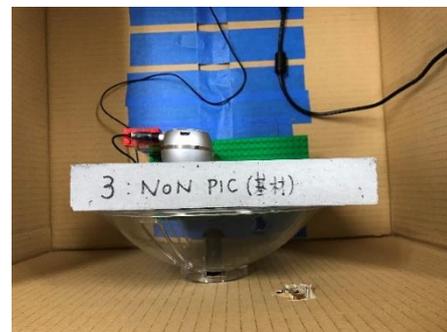


図1 実験図

1つの実験体に対して、9箇所の音声データを記録し、毎箇所50回のデータを記録した(図2)。毎回の録音は3秒間行い、不安定な前後を取り除いた真ん中の2秒間を実験データとした。3つの実験体のデータのうち、2つの全部と他の1つの半分をトレーニングデータとし、残る部分を推定対象とした。機械学習を行って含浸率の推定について評価する。

キーワード：PICフォーム, 音伝播特性, 非破壊検査, 含浸率

連絡先 〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1 東京工科大学 g51190295c@edu.teu.ac.jp

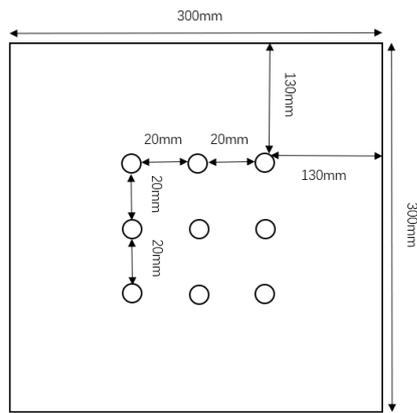


図2 9つの計測点

2.3 結果評価

前述の先行研究では音伝播特性の変化に基づいて、コンクリートの含浸率を推定できることが確認した。本研究では厚さと隠れ層を変化させるし、サンプリング数を増加させることとした。その上で、三つの実験を行った。環境について、第一セットの気温22°C、湿度68%であった。第二セットの気温17°C、湿度38%であった。第三セットの気温24°C、湿度52%であった。隠れ層は512, 1024, 2048, 2048, 2048, 1024, 512の3層とし、繰り返し回数10,000回として機械学習を行って含浸率の推定について評価する。結果を表2に示す。

表2 含浸率の予測結果

実験体 NO.	真の含浸率	推定値 (平均)
1	2.4%	2.58%
2	3.4%	4.37%
3	4.9%	3.96%
4	3.7%	3.05%
5	4.2%	3.53%
6	4.7%	4.14%
7	1.8%	2.69%
8	2.8%	3.05%
9	4.5%	3.52%

重量ベースについての予測結果を表3に示す。この結果について、試験体の厚さによる影響がなくて、想定される厚さの範囲で同様の推定精度を示している。

表3 重量の予測結果

実験体	PIC 前の重量 (g)	PIC 後の重量 (g)	予測の PIC 後重量(g)	誤差 (%)
1	2880.8	2948.9	2955.1	0.2
2	2913.3	3013.3	3040.6	0.9
3	2886.4	3028.4	3000.7	1.0
4	1441.6	1494.3	1485.6	0.6
5	1461.7	1523.6	1513.3	0.7
6	1428.8	1495.5	1488.0	0.6
7	4814.1	4899.5	4943.6	0.9
8	4799.7	4934.1	4946.1	0.2
9	4799.2	5014.6	4968.1	1.0

3. 終わりに

今回、含浸率の推定手法の精度について、厚さが変化した場合にデータ数が増えさせても一定の精度で推定できることを確認した。今後は距離、気温などの実験環境の相違が実験にどのように影響することを検証する予定である。

謝辞

本研究はマテラス青梅工業株式会社との共同研究の一部として実施しました。関係者各位に深く感謝します。

参考文献

- 1) 資本の老朽化の現状と将来予測, 国土交通省 2016 年
- 2) マテラス青梅工業株式会社: PIC フォーム, <http://www.materras.co.jp/products-info/pic.html>, (参照 2020-03-30)
- 3) 小林誠治, 天野直紀, 田井政行, 下里哲弘, 久米仁司: 音伝播特性に着目した照明柱の劣化検出の可能性, 土木学会沖縄会, 2019
- 4) 丁宇浩, 李昊宇, 天野直紀, 斯真田隆一, 鶴田健: 音伝播特性に基づいた PIC フォームの含浸率の推定, 土木学会沖縄会, 2020