アプライ	ドリサーチ	(株)	正会員	境	友昭
	日東建設	(株)	正会員	久保	元
	日東建設	(株)	正会員	久保	元樹
	日宙建設	(株)	正今日	全田	舌 士

1. まえがき

打音法は、構造物をハンマ等で軽く打撃し、発生する音を聞いて、検査対象の健全性を調べようとする診 断技術である。本来は人の感覚に依拠する手法であったが、最近では、機器による客観的な測定・解析が行 われるようになった。打音解析は、健全部での音と非健全部の音の違いを指標化し、その差異から非健全部 を検出する手法ということもできる。本論では、周波数構成を主体とした打音信号の解析方法について検討 した結果を報告する。

2. 試験方法

2.1 供試体

試験に使用した供試体を図1に示す。コンクリートは、設計強度45N/mm²であり、既存の鋼製型枠を利用して打設した。剥離型空隙の模型は、型枠内に丸型、方型の中子を置き、測定面から見た場合に膜状になるように造成した。測定面から見た空隙の深さ位置は、30,50,100mm、空隙の平面形状は、70,120,220mm 平方及び直径170mmの円形である。



図1供試体(左:供試体1,右:供試体2)

2.2 測定方法

測定は、図1に示す供試体上面中央のラインを両側端部から100mm離し、25mm間隔で133点連続打撃して行った。使用したインパクタは直径15mmの鋼球、打音は打撃点近傍、コンクリート表面からおおよそ20mmの位置にセットしたシリコンマイクロホンで測定した。音は、サンプリング周波数100kHzで40ms間測定した。

3.試驗結果

3.1 周波数による評価

図2は、供試体1について各測定点でのフーリ エ変換による最大周波数をプロットしたものであ る。空隙の位置は、図中縦軸数値0近傍の横線で 示している。図から、空隙の位置では最大パワー となる周波数が低下していることがわかる。なお、 観測された最大パワー周波数は空隙のないところ では13kHzから14kHzであり、厚さ方向の多重 反射による共振周波数の1.6倍に相当する周波数 である。この解析によって、空隙部位の検出が可



図2 最大フーリエスペクトルの分布

能であるが、図2中、破線丸線部のように、健全部にも拘わらず、最大パワー周波数が低下しているところ があり、検出精度には問題が残る。この問題は、測定した音のスペクトルが図3のように、ピークとなる周 波数が2つ以上あり、そのどちらが卓越するかどうか、わからない場合に発生する。

キーワード コンクリート,非破壊検査,剥離,空洞,打音 連絡先 〒098-1702 北海道紋別郡雄武町雄武 1344-5 日東建設(株) TEL 0158-84-2715



この問題を回避するため、ゼロクロス回数を周波数に換算する解析方法を試みた。打音信号の場合には、 音圧振幅が最大となった時刻から T 時間内に音圧が 0 を横切る回数(正から負、負から正)を N とし f=N/2T として周波数に換算する方法である。図 4 に供試体 1 に関する分析結果を示す。この方法では、最も小さい 空隙(70×70、深さ 100mm)が検知されてない。しかし、「厚さ方向に対する多重反射周波数 8.8kHz」を閾 値とすれば、空隙検知が可能であることがわかる。

3.2 パワー比(スペクトルの単一性)

剥離型の空隙では、剥離部分が膜状となり、共振周波数が生成される。この共振周波数が、板構造物の厚 さ方向の多重反射周波数よりも十分に小さければ、膜共振によるほぼ単一の周波数成分が卓越する。この特 性を指標化するため、パワー比という概念を導入する。これは、スペクトルの平均パワーに対する最大パワ ーの比率であり、計算結果を図5に示す。図とおり、比較的大きい空隙については明瞭に検出されている。



図5パワー比の分布



3.3 減衰率

減衰率は,音圧が最大となる時間帯(500µs)でのパワーと,それから 10ms 後の時間帯でのパワーの比率 を示すものである。空隙部の膜状振動のように継続時間が長い場合,音圧レベルの減衰が小さいことに着目 した方法である。図6に示すように,空隙が大きい場合には,減衰率での空隙検知が可能であるが,検出能 は高いとは言えない。

5. まとめ

実際的な空隙判別では、これらの評価手法を複合し て判別精度の向上を図る方法があり、図7では、ゼロ クロス周波数をパワー比で除した値が一定置以上とな る場合を健全とした場合の供試体2に関する判定結果 (100が健全、0は空隙)である。検知出来ない空隙もあ るが、これは、空隙部の共振周波数が、板構造の厚さ の共振周波数を超えている可能性がある。空隙検知限 界に関する検討を含め、今後の課題である。



図7 複合指標(供試体2に適用)