

簡易な点検器を用いた打撃音の定量的評価

佐藤工業(株) 正会員 伴 享 歌川 紀之*¹
 JR東日本(株) 正会員 金田 淳 高津 徹 鎌田 則夫*²

1. はじめに

コンクリート構造物におけるたたき点検は、ロックハンマー等を用いてコンクリート表面を打撃し、その時に発生する打撃音の音質の違いを人間の聴覚により判断し、浮き・剥離や内部空洞などの変状箇所を見つけている。この方法では、人間の聴覚により変状箇所と健全箇所との打撃音の違いを判断するため、人の経験と勘にたよるところが大きく、これらの器具で検知できる変状箇所の大きさ、深さ等を定量的に評価するまでに至っていないのが現状である。また、一般的なたたき点検においてハンマー等の点検器具を用いた場合、点検位置と点検者の間には、ある間隔が保たれた形、つまり離れた位置で打撃音を聞き分け判断している。

ここでは、文献1)での検討に加え、人間の耳の位置で打撃音を聞いた場合の打撃音特性がどのように変化するかを人と検査面の位置関係を模擬した打撃音の収録を実施し、剥離深さと打撃音の関係について検討を行った。

2. 試験概要

試験体の形状ならびに諸元は参考文献1)を参照されたい。打撃は、試験体の剥離箇所の中心位置とし、剥離箇所以外(健全部と称する)の部分についても実施した。試験に用いた点検器(打撃器具)は、従来から一般的に用いられている、検査ハンマー(Estwing社製:質量850g)と、歯車を回転させることで連続的に打撃が行えるロータリー3000(以下R3000と称する)²⁾、この他にインパルスハンマー(RION社製:ヘッド部質量200g)を用いた。

打撃音の収録は、各打撃位置において、図-1に示すように打撃位置近傍の試験体面に密着させたフード付きマイクと普通騒音計を用いた。普通騒音計は、検査ハンマーとR3000による点検時の耳の位置関係を想定し、試験体面から60cm、120cmと鉛直方向の位置に2箇所設置した。なお、普通騒音計は平坦特性(F)で測定を行った。

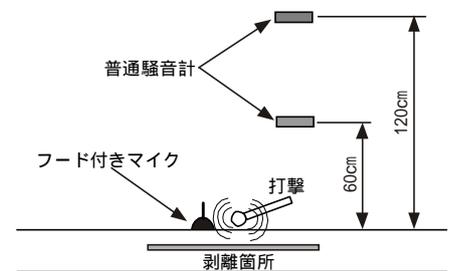


図-1 計測機器配置側面図

3. 試験結果

3.1 打撃音の波形

図-2~5に打撃音時系列波形を示す。ここに示した結果は、検査ハンマーによる試験結果であり、剥離寸法700×700mmの内、被験者30名(コンクリート構造物の設計、施工者)を対象に打音検査を実施した結果、深さ50mmがほぼ全員「剥離あり」、深さ150mmが半数近くの被験者が「どちらとも言えない」、深さ250mmがほぼ全員「剥離がない健全部」と回答したものである。試験結果の詳細は参考文献1)を参照されたい。

ほぼ全員が「剥離あり」と回答した深さ50mm(図-2)では、各打撃音測定箇所とも周期、減衰とも同様な波形であり打撃位置から距離が離れても違いは見られない。半数近くの被験者が「どちらとも言えない」と回答した深さ150mm(図-3)では、打撃位置近傍では、剥離の深さが50mmに対して深くなることで打撃音の継続時間は短く、早く減衰している。試験体面から離れた位置(60cm、120cm)では、試験体面での打撃音波形と同様な周期の波も見られるが、減衰の傾向が異なり、打撃位置近傍と離れた位置における打撃音の特性が異なっていることがわかる。さらに、ほぼ全員が「剥離がない健全箇所」と回答した深さ250mm(図-4)では、健全部(図-5)とほぼ同様な波形であり、打撃位置近傍での打撃音がすぐに減衰しているのに対し、離れた位置での打撃音は試験体面の打撃音の特性と異なっている。これは、打撃した時の試験体面の振動による放射音とは異なり、打撃器具自身の振動音が測定されているものと思われる。

このように、剥離深さが深くなることで打撃による試験体面の振動が打撃器具自身の振動に比較して小さくなり、また、離れた位置でその音を聞くことでその傾向はさらに強まり、剥離の有無の判別が難しくなるものと考えられる。

キーワード: 打音検査, 検査ハンマー, 剥離, 定量的評価, 実効値

連絡先: *1: 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-20

Tel:03-2823-2352 Fax:03-5823-2358

*2: 〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6 JR新宿ビル

Tel:03-3379-4353 Fax:03-3372-7980

3.2 剥離深さによる打撃音の違い

今回の試験では、先に示したように3種類の打撃器具を用いた。ここで用いた打撃器具の打撃音は、打撃エネルギーはそれぞれ異なるが、打撃音波形の特性は同一であることから¹⁾剥離深さと打撃音の関係を評価するに当たり、ここでは加力値が既知であるインパルスハンマーの測定結果を用いる。打撃音の評価は実効値を用い、剥離深さごとにインパルスハンマーの加力実効値で打撃音実効値を正規化し実効値比を求める。その実効値比を健全部（厚さ300mm）の実効値比で正規化し健全箇所の実効値比に対する相対比とした。図-5にその関係を示す。

打撃位置近傍における測定結果は、深さ50～250mmすべての剥離深さで健全部との違いが表れた。これは、打撃位置近傍でかつ、試験体面に密着させたフード付きマイクを用いることで、周囲の雑音を遮断しより効率的に打撃音の収録が行えるということである。

打撃位置から離れた測定位置では、60cm、120cmと距離が異なることによる差は見られずほぼ同様な傾向を示している。深さ50～150mmまでは健全部との違いが見られるが、深さ200、250mmでは健全部との違いは見られず、相対比はほぼ同じである。

このように、先に示した打音検査で「剥離の有無がどちらとも言えない」と回答した深さ150mmでは健全部との相対比が2程度であり、相対比がこの程度の値で判断が難しくなっていることがわかる。

4. まとめ

人間の耳の位置で打撃音を聞いた場合の打撃音特性がどのように変化するかを人と検査面の位置関係を模擬した打撃音の収録を実施し、剥離深さと打撃音の関係について検討を行った結果、以下の知見が得られた。

- (1) 人による判断で判別可能な剥離深さでは、打撃位置近傍と離れた位置における打撃音特性の違いは見られない。
- (2) 剥離深さが深くなることで、打撃位置近傍と離れた位置での打撃音特性は異なり、打撃器具自身の振動音を聞くことにより判別の有無の判別が難しくなる。
- (3) 試験体に密着させたフード付きマイクを用いて打撃位置近傍で打撃音を測定することで、離れた位置での測定では判別できない深さ位置の剥離を判別することができる。

参考文献

- 1) 高津 徹他：簡易な点検器を用いたコンクリート構造物の剥離探査性能について、第56回土木学会全国大会（投稿中）
- 2) 高津 徹他：簡易な点検器によるコンクリート構造物の欠陥部探査性能評価、第28回土木学会関東支部、2001.3

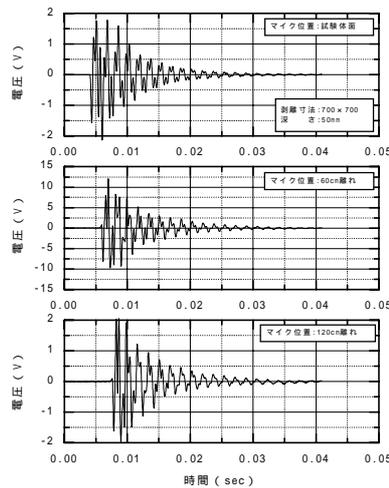


図-2 打撃音波形（深さ:50mm）

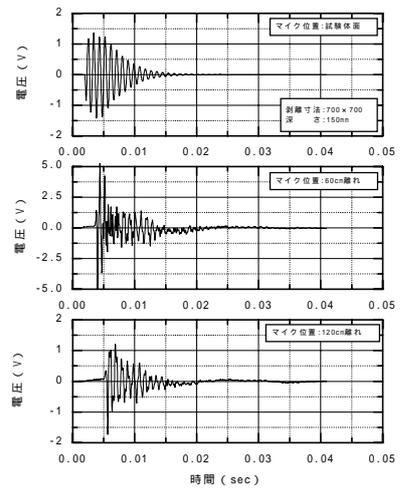


図-3 打撃音波形（深さ:150mm）

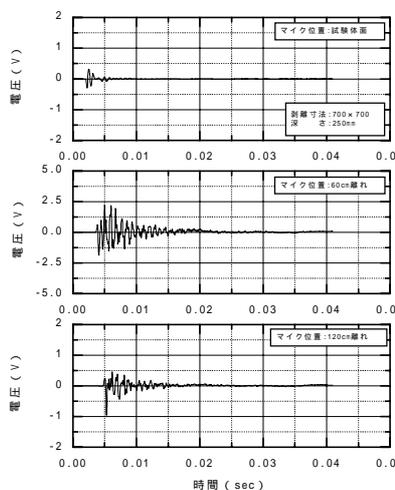


図-4 打撃音波形（深さ:250mm）

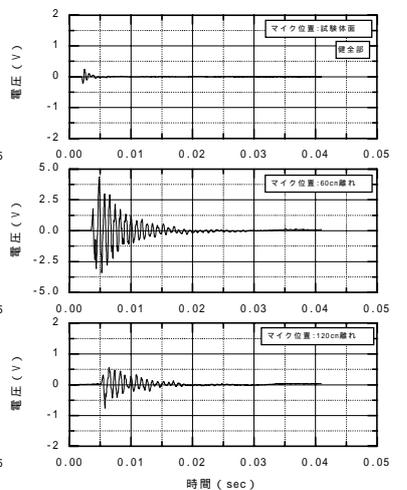


図-5 打撃音波形（健全部）

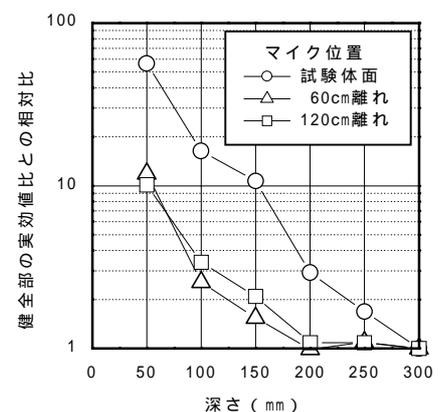


図-6 実効値比と剥離深さの関係