

## 異なる条件で加熱したコンクリートでの小型ハンマの打撃で得られる接触時間および反発速度比の比較

リック (株) 正会員 ○岩野 聡史 富山県立大学 正会員 内田 慎哉  
 (一財) 日本建築総合試験所 正会員 春畑 仁一 日本大学 正会員 渡部 正

### 1. はじめに

筆者らは、コンクリート表面を質量 18g の小型ハンマで打撃し、ハンマに内蔵した加速度計で得られる打撃波形から、コンクリートの品質を評価する方法について検討している<sup>1)</sup>。これまでの研究では、打撃波形からコンクリート表面の硬さの指標値となるハンマとコンクリートとの接触時間を測定してきた。しかしながら、打撃波形からはコンクリートの圧縮強度の指標値になりうる<sup>2)</sup>、ハンマがコンクリートに衝突する前の速度とコンクリートからハンマが反発して離れるときの速度との比である反発速度比を測定することも可能である。そこで本研究では、異なる条件での加熱により劣化させたコンクリート試験体を用いて、一つの打撃波形から接触時間と反発速度比の両者を測定し、両測定値の加熱による変化を比較した。

### 2. 実験方法

表1 測定した試験体の概要

加熱方法	試験体寸法 (mm)	コンクリートの種類	加熱温度	加熱温度の測定方法
ガス炉	650×650×200	24-8-20N	未加熱, 110℃, 300℃, 500℃, 700℃	試験体表面の2点 (熱電対)
電気炉	100×100×200		未加熱, 300℃, 500℃, 700℃	炉内の雰囲気温度1点 (熱電対)

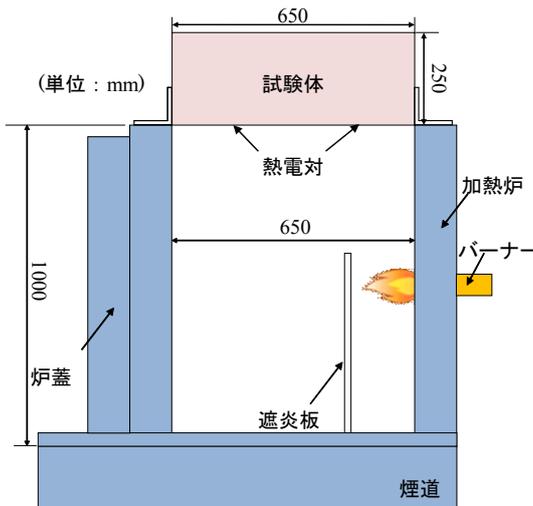


図1 ガス炉による加熱状況

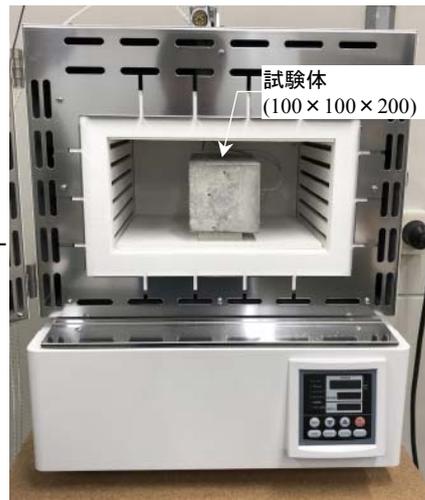


図2 電気炉による加熱状況



写真1 測定状況

#### 2. 1 測定した試験体

試験体の概要を表1に示す。使用したコンクリートの呼び強度は24で、材齢は1年以上である。加熱方法は図1に示すガス炉による方法と、図2に示す電気炉による方法とした。ガス炉では、試験体表面の温度が加熱温度となるまで加熱し、この温度で1時間保持して加熱を終了した。加熱終了後は試験体を加熱炉上の静置した上で、側面の炉蓋を開放して徐冷した。電気炉では、炉内の温度が加熱温度となるまで加熱し、加熱を終了した。加熱終了後は試験体を炉内に静置した上で、加熱前と同程度の温度となるまで徐冷した。

#### 2. 2 測定方法

測定状況を写真1に示す。加速度計を内蔵したハンマでコンクリート表面を打撃した。測定箇所数はガス炉の各試験体で16箇所、電気炉の各試験体で2箇所である。ハンマのコンクリートに接触する部分は質量18g、半径7.5mmである。加速度計で得られた打撃波形の例を図3に示す。なお、サンプリング時間間隔は0.5μsである。ハンマとコンクリートが接触すると加速度計の振幅値が大きくなり、接触が終了すると振幅値は接触

キーワード 非破壊試験, コンクリート, 災害, 劣化評価, 接触時間, 反発速度比  
 連絡先 〒143-0004 東京都大田区昭和島2-4-3 リック (株) TEL 03-5762-2058

開始前と同程度となる。接触を開始した時刻  $T_1$  から振幅値が最大値となる時刻  $T_{max}$  までがハンマがコンクリート表面に貫入している時間、 $T_{max}$  から接触を終了した時刻  $T_2$  までがコンクリート表面がハンマを反発している時間、 $T_1$  から  $T_2$  までが接触時間となる。今回はこの接触時間と式(1)による反発速度比を測定した。

$$Q = \frac{V_R}{V_A} = \frac{\sum_{t_n=T_1}^{T_2} \{a(t_n) + a(t_{n+1})\}}{\sum_{t_n=T_1}^{T_{max}} \{a(t_n) + a(t_{n+1})\}} \quad (1)$$

ここで、 $V_A$  はハンマがコンクリート表面に衝突する時の速度、 $V_R$  は接触終了時のコンクリート表面の速度、 $a(t)$  は時刻  $t$  での加速度計の振幅値である。

### 3. 実験結果

各試験体での接触時間の平均値を図 4 に示す。ガス炉は加熱温度 300℃以上で、電気炉は加熱温度 500℃以上で、測定された接触時間が大きくなった。接触時間はコンクリート表層の弾性係数によって変化し、弾性係数が小さくなれば大きくなる性質がある<sup>1)</sup>。試験体の加熱による弾性係数の変化を反映したと考えられる。各試験体での反発速度比の平均値を図 5 に示す。接触時間と同様に、ガス炉では加熱温度 300℃以上で、電気炉では加熱温度 500℃以上で、測定された反発速度比が大きくなった。しかしながら、加熱温度がさらに大きくなると、反発速度比は小さくなった。反発速度比はコンクリート表面の動きやすさを反映する値である。打撃時のコンクリート表層の変形は、劣化の初期段階と進行した段階では、大きく異なる(弾塑性変形・塑性変形)と考えられる。このことから、反発速度比の変化の仕方が加熱温度によって異なったものと考えられる。

測定した接触時間と反発速度比との関係を図 6 に示す。両者の相関関係はある温度までは正であるが、それ以降は負の相関関係になっている。両者が負の相関関係となる試験箇所は、塑性変形などが生じている可能性が考えられる。つまり、接触時間と反発速度比の両者を測定して比較することは、コンクリートの劣化評価に利用できる可能性が考えられる。

### 4. まとめ

加熱により劣化させたコンクリート試験体で、コンクリート表面を小型のハンマで打撃し、接触時間と反発速度比の両者を測定した。加熱温度による測定値の変化は、接触時間と反発速度比では異なる結果となった。今後は、実構造物での測定結果などから、この特徴を利用した劣化評価方法について検討していく。

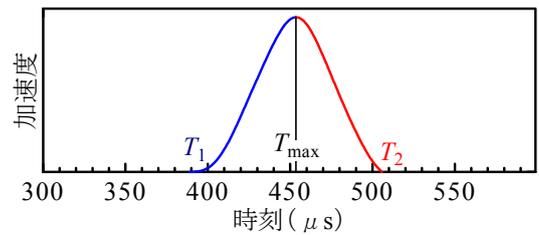


図3 ハンマ内蔵の加速度計での打撃波形の例

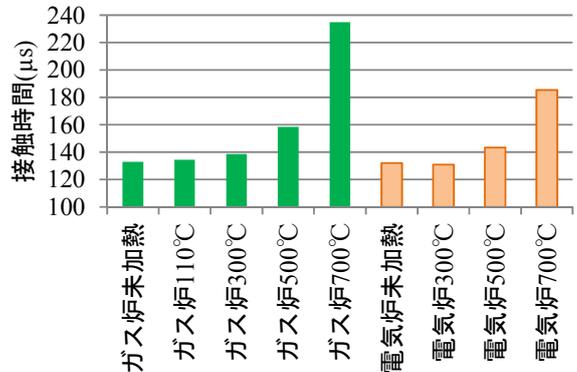


図4 各試験体での接触時間の測定結果

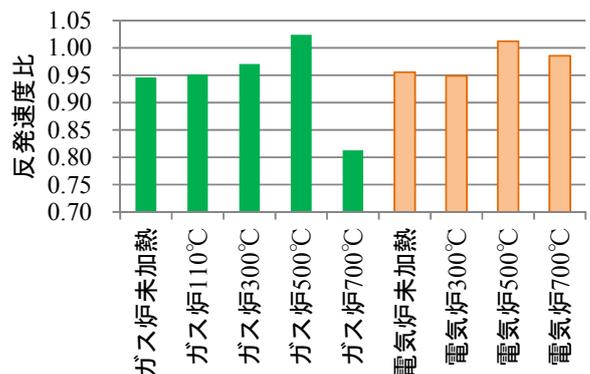


図5 各試験体での反発速度比の測定結果

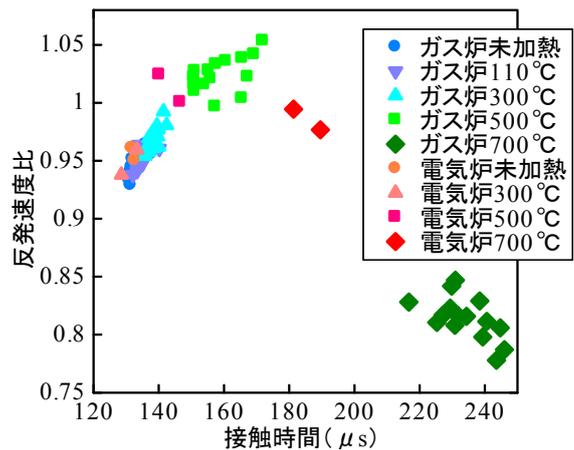


図6 接触時間と反発速度比との比較

参考文献 1)岩野聡史, 内田慎哉, 麓隆行, 小澤満津雄: 衝撃弾性波法による火害を受けたコンクリートの劣化評価方法に関する基礎的研究, コンクリート工学論文集, 第 28 巻, pp.35-45, 2017 2)濱崎仁ほか: 反発速度比式リバウンドハンマーによるコンクリート強度の推定, 日本非破壊検査協会 コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム論文集, Vol.5, pp.363-368, 2015