

コンクリートの振動締固め中の打込み面の輝度値の変化に基づく締固め程度の評価

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○渡邊 隼平
 長岡工業高等専門学校 非会員 品川 大成
 長岡工業高等専門学校 非会員 上村 健二
 長岡工業高等専門学校 非会員 外山 茂浩
 長岡工業高等専門学校 正会員 村上 祐貴

1. はじめに

著者らは、打込み面の輝度値の変化から締固め程度を評価することを試みている¹⁾。著者らの既往の研究では、締固め経過時間に応じて打込み面の輝度が増加することを示したが、この研究では振動時間や配合を実験変数として、打込み面の輝度値の変化について検討が行われており、バイブレータの挿入深さの影響については未検討であった。加えて、締固め中の輝度値の増加率と圧縮強度について関連付けを行ったが、圧縮強度は締固め程度に対して冗長性を有しており、一義的な関係は認められなかった。

そこで、本研究では、打込み面のコンクリートの輝度値から、コンクリートの締固め程度を定量的に評価することを目的として、これまで未検討であったバイブレータの挿入深さ等を実験変数として、締固め中の打込み面の輝度値の変化とコンクリートの締固め程度の関係について検討した。

2. 実験方法

2.1. 試験体概要、実験パラメータ

試験体は、図-1に示すように長さ 350mm×幅 150mm×高さ 200mm の角柱試験体である。試験体は、各実験パラメータにつき 3 体作製した。実験パラメータは表-1に示すように、バイブレータによる振動時間、バイブレータの挿入深さである。振動時間は 5 秒、10 秒、60 秒の 3 水準、挿入深さ h は 50mm、100mm、190mm の 3 水準、締固め箇所は 1 箇所とした。

2.2. 締固め方法

図-1に示すように、挿入位置 A の位置にバイブレータを所定の深さまで鉛直に挿入し、所定の時間加振した。締固め中の打込み面を XYZ カメラを用いてインターバル 0.25 秒で撮影し、打込み面の輝度情報を取得した。なお、締固め後の打込み面はバイブレータによ

表-1 実験パラメータ

試験体名	振動時間 (s)	挿入深さ h (mm)
0-0-0	0	0
5-50-1	5	50
10-50-1	10	50
60-50-1	60	50
5-100-1	5	100
10-100-1	10	100
60-100-1	60	100
5-190-1	5	190
10-190-1	10	190
60-190-1	60	190

図-1 試験体概要

※0-0-0 は締固め無し

る締固め程度を評価するため、打込み面のコテによる均しは行っていない。

2.3. コア試験体の吸水率試験

本研究では、締固め程度を評価する指標として、吸水率を用いることとした。材齢 48 日の時点で図-1(a)に示すように、バイブレータの挿入位置 A から 50mm、150mm、250mm 離れた位置で $\phi 50\text{mm} \times 200\text{mm}$ のコアを採取した。採取したコアは、試験体底面から 50mm 間隔毎にコンクリートカッターで切断した。切断したコアは以下に示す方法で吸水率試験を行った。切断したコア試験体を水中に 24 時間浸漬し、表面をウェスで拭いた後、湿潤質量 m_s を測定した。その後 105℃乾燥炉内で 24 時間乾燥した後、絶乾質量 m_D を測定した。吸水率 Q は式(1)より算出した。

$$Q = \frac{m_s - m_D}{m_D} \times 100 \quad (1)$$

3. 実験結果

3.1. 締固め中の輝度値の変化

本実験では、打込み面の輝度値を図-1に示すように締固め箇所から長手方向へ 50mm、100mm、150mm および 250mm 離れた位置を中心とした 24mm×24mm の

キーワード 締固め, XYZ カメラ, 輝度値, 吸水率

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL 0258-34-9276

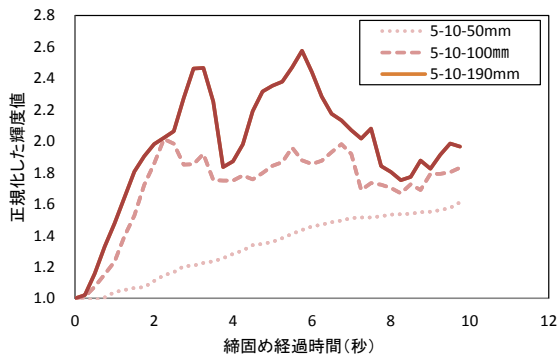


図-2 締固め中の正規化した輝度値の変化

領域から抽出した。室内環境における輝度値は照明の影響を大きく受けるため、締固め直前の輝度値で正規化した（以降、正規化した輝度値と称する）。一例として、締固め時間 10 秒の挿入位置 A から 100mm 離れた位置での正規化した輝度値の時間変化を図-2 に示す。バイブレータの挿入深さを深くしていくほど正規化した輝度値が大きくなる傾向にある。

3.2. 輝度値と吸水率

吸水率は、試験体底面(0mm)から 150mm までの高さにおける切断されたコア試験体 3 体の平均値(以降、吸水率(表層除く)と称する)と試験体底面から 150mm の高さより上の部分のコアの吸水率(以降、吸水率(表層)と称する)である。各試験体のコアの吸水率(表層除く)の平均値と各コア採取位置での正規化した輝度値の平均値との関係を図-3 に示す。図-3 より、吸水率が小さくなる程、正規化した輝度値が大きくなる傾向にある。図中には吸水率(表層除く)が約 4.70% のデータを除いた近似直線も併せて示しているが、自由度調整済み決定係数は 0.75 であることから、高い相関性を有することが分かる。ところで、吸水率が約 4.70% であった試験体 60-190-1 における吸水率(表層)は 9.55% であり、60 秒間の締固めにより、材料分離を生じた可能性がある。このように、過度な締固めは表層部のコンクリートがポーラスになり、耐久性の低下に繋がる恐れがある。

本手法はブリーディング水による輝度値の変化に着目しているため、打込み面に様な水膜が形成され鏡面反射をするような状態では、輝度値の変化は生じなくなる。したがって、過度な締固めによる材料分離については、現時点では評価することは難しい。しかしながら、実際の現場では、振動時間 60 秒のように長時間同一箇所で締固めを行う場合は現実的ではなく、多くの場合は締固め不足が問題であると考えられ、打込み面の輝度値から締固め程度を評価することに可能性

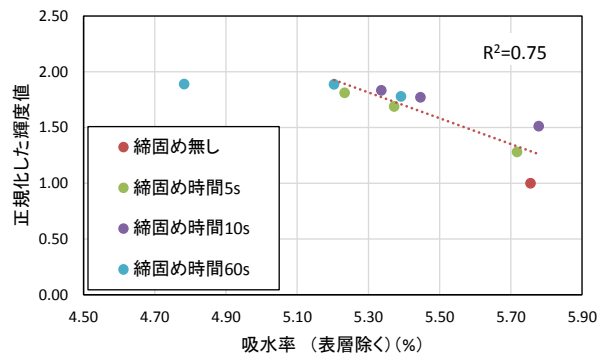


図-3 吸水率と締固め直後の正規化した輝度値(表層除く)

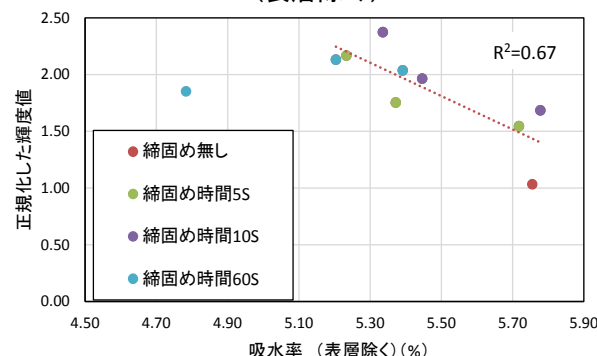


図-4 吸水率と締固め終了 10 分後の正規化した輝度値(表層除く)

があることが示唆された。また、図-4 に吸水率(表層除く)と締固め終了 10 分後の正規化した輝度値の平均値との関係を示す。図-4 も図-3 と同じ傾向にあることから、締固めから一定時間経過後においても締固め程度を評価可能であることが考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) バイブレータの挿入深さが深いほど、同一締固め経過時間での正規化した輝度値が大きくなる傾向にあった。
- (2) 吸水率(表層除く)と正規化した輝度値の間には相関があり、吸水率(表層除く)が小さいほど正規化した輝度値が大きくなった。

謝辞 本研究は、科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究, 課題番号: 16K14295)により行った。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 堀井夏鈴, 高橋凌, 上村健二, 村上祐貴: コンクリートの振動締固め時における打込み面の色情報の変化, コンクリート工学年次論文集, vol.39, No.1, pp.1399-1404, 2017