

## コンクリート表面形状測定による振動締固め影響領域の定量化検討

フジタ 正会員 ○新井 智之 高橋 直希 小島 秋 井手 一雄 平野 勝識

### 1. はじめに

コンクリート打設ではバイブレーターの挿入間隔と振動時間の目安が示方書<sup>1)</sup>等に規定されている。一方、コンクリートの充填性は、材料、施工、配筋等による影響を受け、条件毎に最適な施工方法が異なることが経験的に知られている。コンクリートの充填不良は、強度不足だけでなく、ジャンカや豆板などの表面品質の不良を招き、構造物の美観を損ねるだけでなく、塩化物等の劣化因子侵入による耐久性への影響が懸念される。近年、小型で安価な3D スキャナが普及したことにより、短時間で比較的手軽に3次元形状データの取得が可能となった。そこで、振動締固め位置からの距離に応じた3D スキャナによるコンクリート表面形状と圧縮強度との対比によるバイブレーターによる振動締固めの影響範囲の定量化についての検討を行った。

### 2. 検討手法

バイブレーターによる振動締固めの影響範囲・充填性を確認することを目的に、幅 500×長さ 2,000×高さ 300mm の型枠に、純かぶり 100mm となる位置に D25 の配力筋 2@200mm と D51 の主筋 8@150mm を配筋し、コンクリートに振動締固めを行う計画とした（図 1、写真 1）。打設コンクリートは 24-12-20-N である。バイブレーターは小径強力タイプ Φ28 と高周波インバータータイプ Φ50 の 2 種類を使用した。試験手順はコンクリートをスコップで全体に静置し、バイブレーターを長手方向の端部から 500mm の 1 か所に 200mm 挿入し 15 秒間振動を与えた（写真 2）。3D スキャナはパターン光投影タイプで、約 20cm 角の面積を 8 秒、分解精度 0.03mm で点群データを取得可能である。振動締固め位置から 125mm 間隔、距離 1m までの 9 ケ所を測定した（写真 3）。測定した点群データから中心の 12cm 角のデータ約 30 万点を切り出し評価した。評価に用いた指標は JIS B 0601<sup>2)</sup>に基づく算術平均粗さ Ra である。また比較のため、振動締固め位置からの距離が表面形状測定と同位置の圧縮試験用コアを各 2 本ずつ採取した。以降、配筋側面を R 面、無筋側面を N 面で示す。

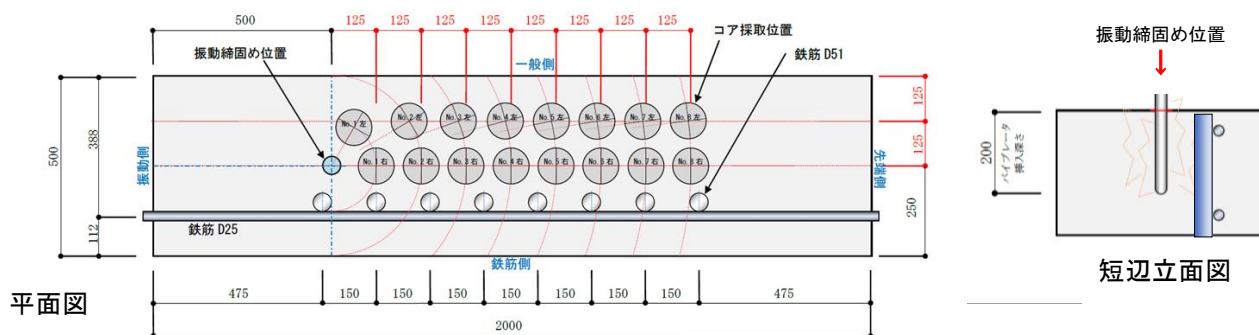


図 1 試験体図

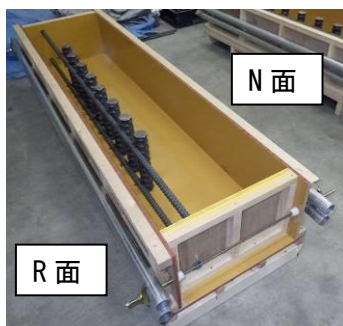


写真 1 型枠と配筋



写真 2 打設・締固め状況



写真 3 表面形状 3D 計測

キーワード コンクリート、振動締固め、表面形状、3D スキャナ、算術平均粗さ

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ 技術センター 土木研究部 TEL 046-250-7095

### 3. 結果と考察

3Dスキャナで計測したコンクリート型枠面の表面形状の計測例を、図2に示す。一般的に、Ra 0.5, Ra 1.5 は補修等の何らかの対策が必要なレベルであり、Ra 0.1 程度では経験的な許容値であると考えられる。図3に振動締固め位置からの距離とコアの圧縮強度、算術平均粗さ Ra の関係を示す。図には封緘養生によるテストピースの圧縮強度値  $32\text{N/mm}^2$  を破線で示している。本試験は1月に実施しており、テストピース強度は温度低下により体積が大きい締固め試験体よりも低い水準となっていると思われる。圧縮強度については、どちらのバイブレーターでも振動締固め位置からの距離 500mm 以降は封緘強度  $32\text{N/mm}^2$  付近に収束している。また、 $\Phi 28\text{mm}$  と  $\Phi 50\text{mm}$  では1割程度までの強度差が生じている。Ra は配筋の影響が見られ  $\Phi 28\text{mm}$  は距離 500mm で、 $\Phi 50\text{mm}$  は距離 625mm で値が増加する。以上より、今回の試験方法ではバイブレーターの種類を問わず圧縮強度、Ra とともに両立可能な距離は 250～325mm までの範囲と推定される。すなわち、バイブレーターの挿入間隔としては、500～650mm となり、示方書で規定される間隔と同等と確認できる。

図4にコアの圧縮強度と配筋側 R 面の Ra の関係を示す。圧縮強度  $32\text{N/mm}^2$  付近で Ra が急増しており、図2で示した表面形状の経験的な許容値 Ra 0.1 と圧縮強度の変化点が一致することが判る。

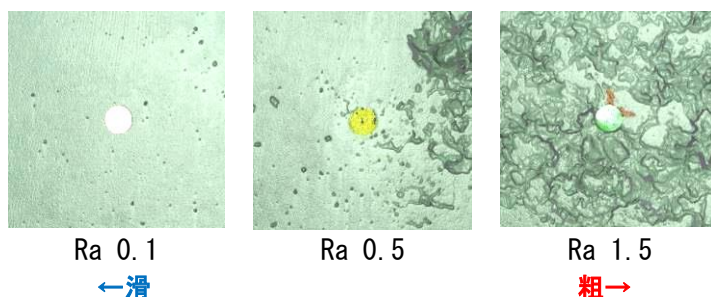


図2 3D計測による表面形状と Ra

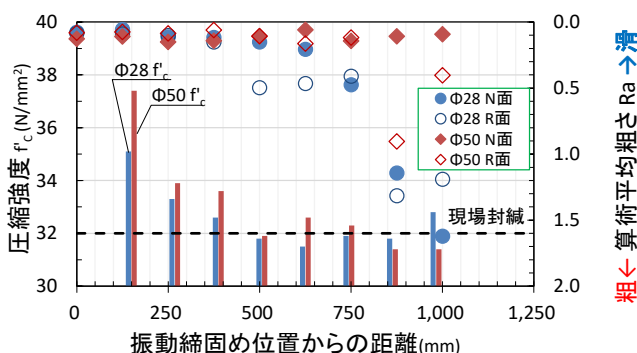


図3 振動締固め位置からの距離と圧縮強度, Ra

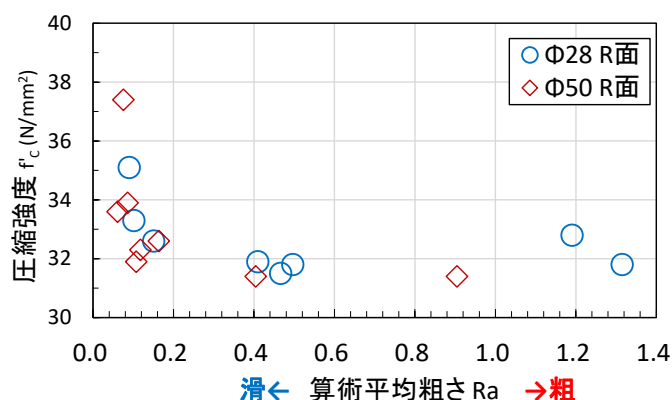


図4 圧縮強度～Ra 関係 (R 面)

### 4. まとめ

振動締固めの管理について、3D計測によるコンクリート表面形状とコア圧縮強度の関係を検討した。

- ・今回の試験では、圧縮強度、算術平均粗さ Ra とともに両立可能な振動締固め可能な距離は 250～325mm (バイブレーター間隔で 500～650mm) の範囲と推定される。
- ・配筋を考慮した振動締固めの評価手法として、算術平均粗さ Ra に有意な差を確認した。
- ・経験的な表面形状の許容範囲である算術平均粗さ Ra 0.1 と圧縮強度の距離変化点は一致する。
- ・圧縮強度と表面粗さの指標を併用することで振動締固めの影響範囲を定量的に評価することが可能である。

今後、他の形状指標による評価や、屋外測定に制約があるパターン光投影タイプの3Dスキャナの現場での適用について検討する予定である。最後に、今回実験にあたり八洋コンサルタントの水上明氏のご協力をいただいた。ここに感謝の意を示す。

### 参考文献

- 1) 土木学会：2017年度制定 コンクリート標準示方書[施工編], 丸善出版, p.121, 2017
- 2) JIS B 0601：製品の幾何特性仕様(GPS), 財団法人日本規格協会, 2001