

画像判定システムによる打継面の処理の定量評価と打継目の一体性に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 ○安田和弘 荒川 遥 松本修治 向 俊成
正会員 渡邊賢三 芦澤良一 柳井修司 坂井吾郎

1. はじめに

コンクリート構造物を構築する際、1 日の打設量など様々な条件により、構造物に打継面を設ける場合が多い。コンクリート構造物の打継面の一体性を確保するため、打込み後にレイタンス層や緩んだ骨材粒等を除去し、粗骨材を露出させて表面に凹凸を形成する処理がなされる。この処理は構造物の耐力や耐久性に大きな影響を及ぼすため、適切に行われることが重要である。しかし、打継面の処理の良否は施工管理者や作業者の目視により定性的かつ主観的に判断されることが多い。そこで、筆者らはコンクリートの打継面の処理後の画像から現場で定量的かつ客観的に評価できるシステムを開発している¹⁾。本稿では、打継面の良否判定システムの実用化を目的として、実規模の試験体の打継面に、本システムを適用しつつ、各種試験により打継面の力学特性および水密性を評価し、それらを比較することで、判定結果の妥当性について検証した。

2. 打継面の良否判定システムの概要

本システムは、打継面の処理による凹凸や粗骨材の露出で変化する輝度分布に基づいて評価値を算出する。評価結果は、画面上に各メッシュの評価値ごとに色分けされ、原画像と重ね合わせて表示される(図-1)。青色で判定された箇所は処理が適切であり、黄色および赤色で判定された箇所は処理が不十分であると評価され、処理が不十分と判定された場合、打継面の処理を再度実施する必要がある。なお、本システムは携帯型タブレットを使用し、クラウド上にデータが保存される。

3. 検証概要

本検証では、実規模の試験体における壁部材の水平打継目を対象とした。表-1にコンクリートの配合を示す。壁部材は高さ3m×2リフトで施工しており、実験ケースは1リフト目の打継面のうち、1.5m×1.8mの範囲を対象に処理の有無による2ケースとした。打継面の「処理有り」としたケースでは1リフト目のコンクリートの打込み完了後にブリーディング水が消失したことを確認し、グルコン酸ナトリウムを主成分とする遅延剤を噴霧器により300g/m²散布し、23時間後に高圧水によるレイタンスの除去を行った。ここで、約1mの距離から打継面を撮影し、本システムにより打継面の良否判定を実施した。また、打込み間隔を約3週間として2リフト目の打込み完了後、材齢が約8ヵ月の時点で打継位置にてコア試料を採取し、各種試験を実施した。

力学特性については、直接引張試験とせん断試験により、構造物の一体性を評価した。直接引張試験では、図-2に示す引張試験用の治具を使用し、引張試験機により载荷することで引張強度を測定した。な

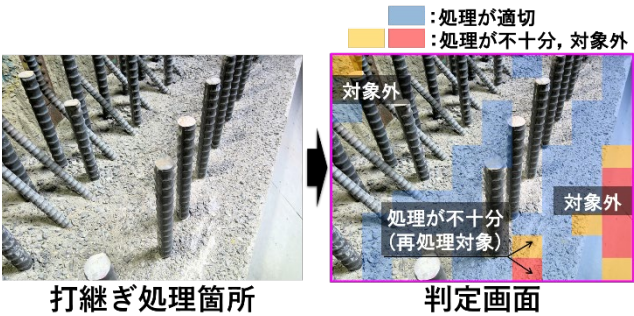


図-1 打継面の良否判定システムの概要

表-1 コンクリートの配合

Gmax (mm)	スラ ンプ (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
					W	C	S1	S2	G	Ad
20	12	52.2	4.5	46.9	168	322	546	293	960	3.2

C: 高炉セメント B 種 (密度: 3.04g/cm³), S1: 砕砂 (表乾密度: 2.63 g/cm³), S2: 山砂 (表乾密度: 2.59 g/cm³), G: 砕石 (表乾密度: 2.65 g/cm³), Ad: リグニンスルホン酸塩とオキシカルボン酸塩の複合体

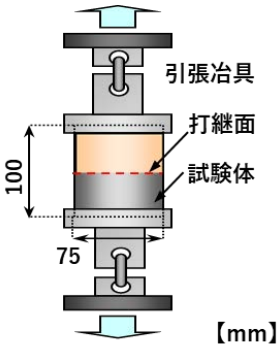


図-2 引張試験用治具

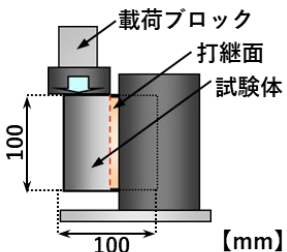


図-3 せん断試験用治具

キーワード: コンクリート, 打継ぎ, 打継処理, タブレット, 画像処理, 定量評価

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6736

お、治具は試験体の鉛直方向の回転を非拘束とする構造とした。また、試験体はコア試料を打継面が断面と水平方向になるように $\phi 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ の大きさに整形した。せん断試験では、図-3 に示すせん断試験用の治具を使用し、圧縮試験機により載荷することでせん断強度を測定した。なお、試験体はコア試料を打継面が断面と鉛直方向になるように $\phi 75\text{mm} \times 100\text{mm}$ の大きさに整形した。また、載荷速度は毎秒 0.06N/mm^2 以下とした。水密性については、透水試験（アウトプット法）により評価した。コア試料を打継面が断面と鉛直方向になるように $\phi 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ の試験体に整形し、透水試験器にエポキシ樹脂を使用して固定した。試験体内部を飽水状態とした後、 0.2MPa の水圧を作用させ、試験体下部からの透水量を測定することで透水速度を求めた。

4. 検証結果

図-4 に本システムによる打継面の良否判定結果を示す。打継面の処理無しの場合は、全面で処理が不十分（黄、赤）と判定され、打継面の処理有りの場合は、全面で処理が適切（青）と判定された。図-5 に直接引張試験の結果を示す。打継面の処理無しの引張強度は 0.9N/mm^2 であるのに対し、処理有りの場合は 3.5N/mm^2 であった。ここで、打継目を有しない位置にて採取したコンクリートのコア（以下、母材と称す。）における圧縮強度は 40N/mm^2 程度であった。母材の引張強度は一般に圧縮強度の $1/10 \sim 1/13$ であるため、圧縮強度 40N/mm^2 程度での引張強度は $3.1 \sim 4.0\text{N/mm}^2$ となり、打継面の処理有りの場合は母材と同等程度の引張強度を有するものと考えられる。また、図-6 にせん断試験の結果を示す。打継面の処理無しのせん断強度は 0.1N/mm^2 であるのに対し、処理有りの場合は 4.4N/mm^2 であった。既往の関係図²⁾に基づき、母材の圧縮強度から、せん断強度を読取ると $4 \sim 7\text{N/mm}^2$ 程度であり、母材と同等程度のせん断強度を有するものと考えられる。また、図-7 に透水試験の結果を示す。打継面の処理有りの場合は加圧開始から 96 時間後の試験体底面の単位面積あたりの透水速度は $0.04\text{ml/m}^2/\text{s}$ となった。一方、打継面の処理無しの場合は加圧開始から 1 時間後の時点で透水速度が約 $380\text{ml/m}^2/\text{s}$ と非常に大きく、試験を継続することができない結果となり、両者の透水速度には大きな差が認められた。

以上より、本システムの判定結果と各試験結果には一定の相関性が確認され、処理正常面（青）と判定された打継面における構造物の一体性と水密性は良好であることが認められた。よって、本システムによる打継面の良否判定結果は十分な妥当性を有するものと考えられる。

5. まとめ

画像処理を用いた打継面の処理判定システムを活用し、処理程度の良否判定結果を力学特性および水密性の結果と比較した。本システムを用いることで打継面の良否を十分に評価できることが確認された。

参考文献

- 1) 松本修治, 今井道夫, 横関康祐, 林 大介, 曾我部直樹: 画像による打継面の処理状態の簡易評価方法の検討, 土木学会第 71 回年次学術講演会, VI-864, pp.1727-1728, 2017
- 2) 佐藤立美: コンクリートのせん断強度に関する研究, コンクリート工学年次論文集, vol.30, No.1, 2008

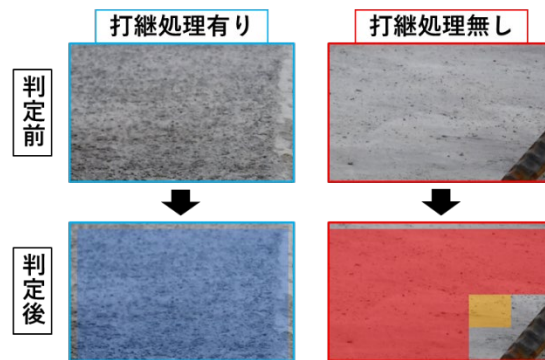


図-4 判定結果

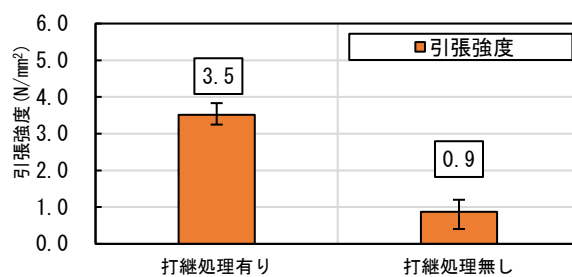


図-5 直接引張試験結果

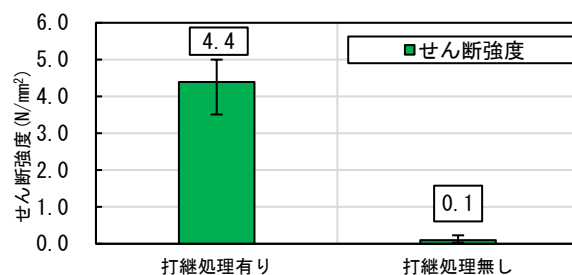


図-6 せん断試験結果

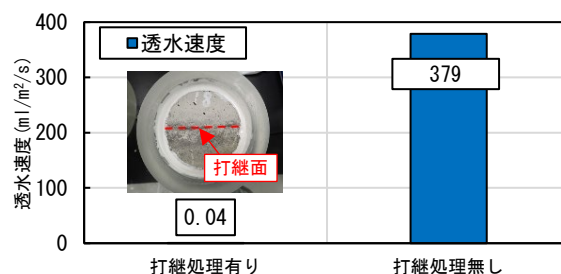


図-7 透水試験結果