

X線スキャノ撮影によるブリーディング現象の可視化

ハザマ土木事業本部 正会員 ○天明 敏行
 熊本大学 正会員 伊藤 剛
 熊本大学 正会員 尾原 祐三
 ハザマ環境技術本部 正会員 村上 祐治

1. 諸言

コンクリートは打込み後に生じるブリーディング現象により、表層部にはレイタンスといわれる弱化層が形成され表層強度が低下する。これに伴い、表面からの有害物質の侵入、コンクリート表面の摩擦劣化、ひび割れおよび仕上げ材の膨れ剥離などを引き起こし、コンクリートの力学的特性、水密性および耐久性を低下させる場合がある。本研究では、コンクリートのブリーディングがどのように進行するのかという課題に対し、X線CTスキャナのスキャノ撮影という機能を用いてその影響を分析した。

2. 使用材料、配合と供試体

コンクリートの使用材料を表-1に、示方配合を表-2に示す。コンクリートの供試体は、長さ30cm、高さ30cm、幅6cmであり、撮影は図-1に示すような木製型枠にコンクリートを打込んで実施した。

3. X線スキャノ撮影

撮影に用いたX線CTスキャナを図-2に示す。X

線スキャノ撮影とは、X線CTスキャナを用いてレントゲン撮影の透視像のようなX線の平面透過撮影を行うものである。スキャノ撮影は600mm×600mmの対象領域に対して半分ずつ、角度を変えて合計4回実施され、このデータが画像として再構成される。



図-1 X-CT スキャナ装置にセットした供試体

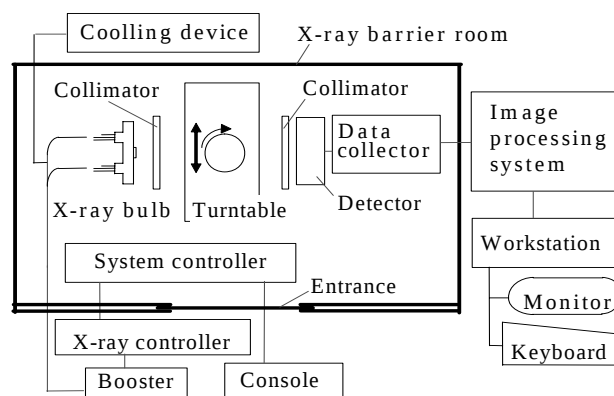


図-2 X線CTスキャナ装置

表-1 使用材料

材 料	適 用
セメント	普通ポルトランドセメント 密度: 3.16g/m ³
細骨材	静岡県大井川産 表乾密度 2.62g/m ³ 吸水率 1.17%
粗骨材	最大粒径 13mm 埼玉県秩父産 表乾密度 2.73g/m ³

表-2 コンクリートの示方配合

粗骨材の 最大寸法 Gmax (mm)	目標 スランプ SL (cm)	水セメント 比 W/C (%)	空気量 air (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
					水 W	セメント (普通) C	細骨材 S	粗骨材 20~5mm G4
13	8	55	2	40	185	336	721	1127

キーワード X線スキャノ撮影, ブリーディング, 可視化, CT値, コンクリート

ハザマ 土木事業本部 〒105-8479 東京都港区虎ノ門 2-2-5 TEL 03-3588-5770 FAX 03-3588-5755

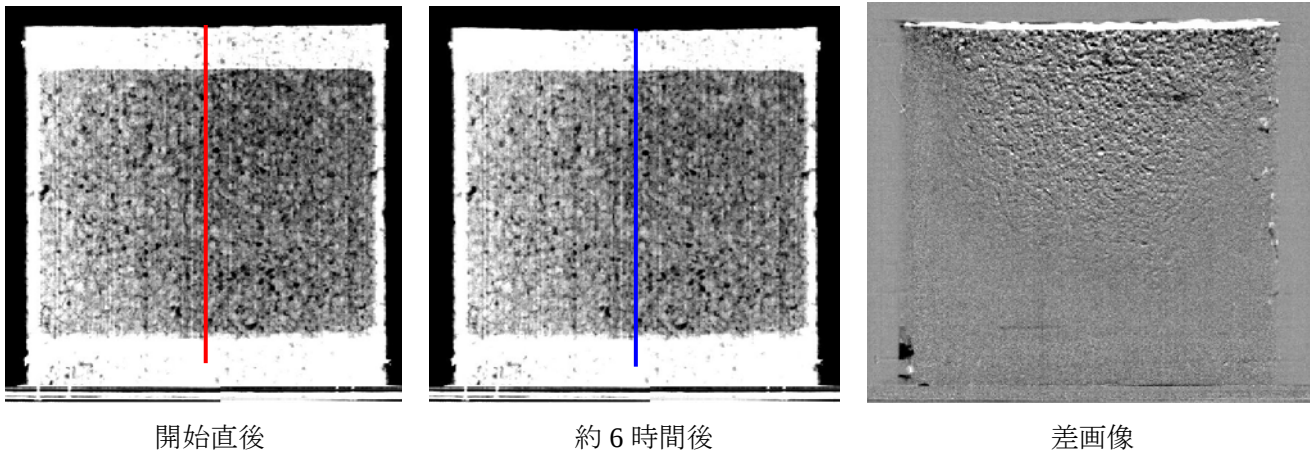


図-3 スキャノ撮影画像

各ピクセルには X 線の吸収率を表す CT 値が与えられている。CT 値は物体の密度に比例することから、画像は物体の密度の平面分布が画像の濃淡の分布として表示されていることになる。画像の解像度は 1024×1024 ピクセルであり、1 ピクセルの 1 辺の長さは 0.586mm となる。撮影時にはターンテーブルが回転するので、若干の振動がコンクリートに伝達する。1 回の撮影時間は約 2 分 30 秒である。

練り混ぜ（加水）からコンクリート打込み完了までの時間は約 10 分であり、撮影開始から 1 時間 30 分までは 5～10 分間隔、その後約 6 時間までは 30～60 分間隔で撮影を行った。

4. 撮影結果

撮影開始時の画像と約 6 時間後の画像および、開始時の画像の CT 値から約 6 時間後の CT 値を差し引いた差画像を図-3 に示す。白い部分は黒い部分よりも CT 値が高く、密度が高いことを示している。

差画像では経時的に変化がない部分に関しては差分 CT 値が 0 となり、平坦な画像となるが、ブリーディングによる水の移動などが起こると CT 値が変化し、その差が発生する。

図-3 の差画像では上部の中心付近でブリーディングが発生していることがわかる。差画像上で変化のある部分をよく観察すると、上部で白く下部で黒い部分が隣接して分布していることがわかるが、これは水が上部に移動したことを示している。また、上部に白い層が見えているが、これはブリーディングで表面に水が溜まった様子を示している。

次に開始直後と約 6 時間後における中心部の深度方向の CT 値とその差の分布を図-4 に示す。上部で

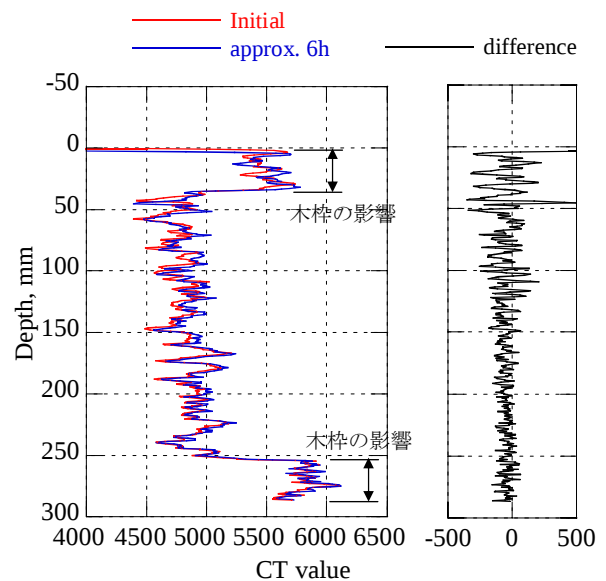


図-4 中心部の CT 値の分布

は CT 値の差が大きいですが、深さ 150mm 以深では 2 つの画像の CT 値の差の分布は小さくなり、収束してほとんど変化がなくなっていることが認められる。このように、画像処理によって CT 値の数値分布からもブリーディングの発生している範囲を数値的に把握することができる。

5. 結言

コンクリート打込み直後の供試体に対して X 線スキャノ撮影を行い、ブリーディングの状況を調べた。その結果、ブリーディングの発生している範囲が可視化によって明らかとなった。X 線 CT スキャナ撮影はブリーディングのメカニズムを検討するために、

- ・ ブリーディング発生分布の経時変化
- ・ 型枠の形状によるブリーディングの状況の相違などを調査するのに有効であるといえる。