

### ダムコンクリートの締固め管理システムの開発

清水建設株式会社 正会員 ○長谷川 悦央 正会員 竹内 啓五 正会員 宇野 昌利  
 正会員 藤内 隆 正会員 長尾 貴浩 正会員 加瀬 俊久

#### 1. はじめに

ダムに使用される有スランプコンクリートは、最大骨材寸法が 150mm あるいは 80mm でスランプが 3～5cm の硬練りコンクリートである。これを大量に施工するため、ダム用コンクリート締固め機械（バックホウにダム用バイブレータを数本装着した機械・以下バイバックと称す）を使用して締固めを行う。従来、コンクリートの締固め程度や範囲は、バイバックオペレータが目視で判断し、それを打設管理技術者が確認している状況である。そこで、オペレータの熟練度等による個人差のない客観的な締固め完了指標とその見える化ならびに締固め作業をリアルタイムで記録するシステムを開発したので報告する。

#### 2. システムの概要

本システムは、「締固め完了」を判定する「3D スキャナ」と「締固め位置、時間」を計測記録する「GNSS+変位センサ」で構成されている。写真-1 にシステムの外観を示す。

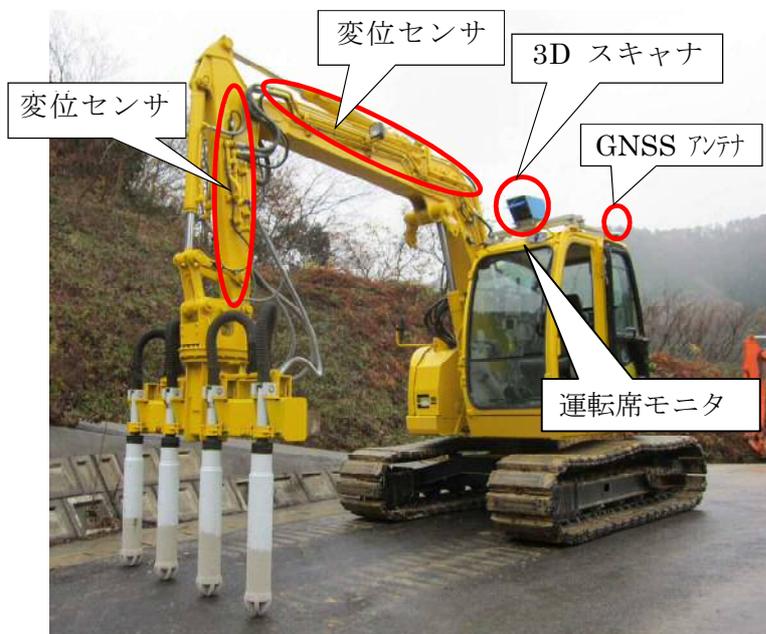


写真-1 システム外観

#### 3. 締固め完了仕様の開発

客観的な締固め指標の開発に際しては、コンクリート標準示方書ダムコンクリート編<sup>1)</sup>記載の『有スランプコンクリートが十分に締め固められたかどうかは、粗骨材が表面に露出せず、上面にモルタルがあり、さらに上面に人が載れる状態で確認できる』の下線部に着目した。この状態を「コンクリート締固め表面の平坦性」と定義し、3D スキャナによる画像解析で、平坦性が認識できるか要素試験を行った（写真-2）。型枠にコンクリートを投入

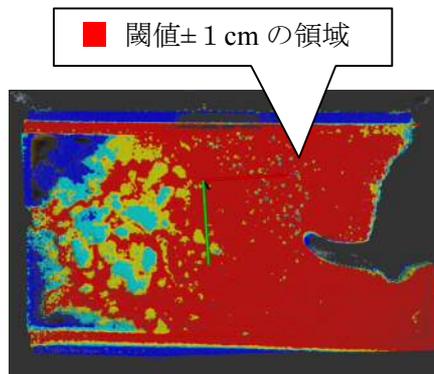


写真-2 3D スキャナ平坦性確認要素試験状況

写真-3 3D スキャナ画像

キーワード ダム, 情報化施工, 締固め, バイバック, 3D スキャナ, GNSS

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 TEL03-3561-3883

し、3D スキャナをセット、バイブレータで締固め、閾値±1cm 以内の平坦性を確保できた範囲を赤色で示す。

**写真-2(b)**の『粗骨材が表面に露出せず、上面にモルタルがある』状態と**写真-3**の3D スキャナ画像の平坦性確認範囲がほぼ一致することを確認した。

次に、3D スキャナのバイバックへの取付け位置の検証を行った。まず、精度確保のため締固め位置との距離をできる限り近くなるようバイバックのブームに取り付けて試験をしたが、締固め時にモルタル成分が3D スキャナのレンズに飛散し、すぐに撮影できなくなることが予想された。そこで、締固め位置からの距離は遠くなるが、運転席のキャビン屋根部に取り付けて、精度の確認を実施した。その結果、この距離でも十分に平坦性の確認ができることが判明した(**写真-4**)。

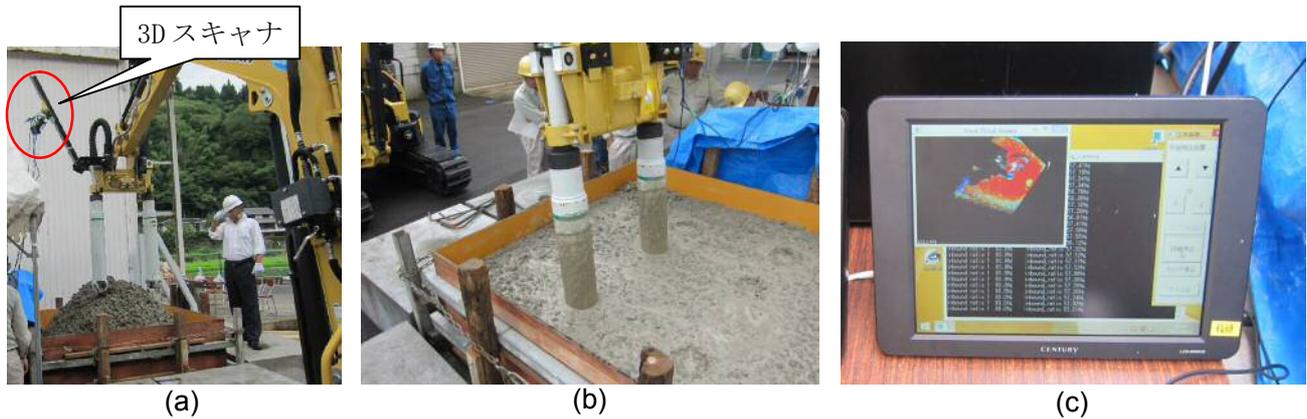


写真-4 3D スキャナの取付位置と精度の検証試験

#### 4. 締固め位置、時間の見える化と締固め作業の記録

バイブレータを挿入した3次元位置計測は、バイバックに装備したGNSSに加え、ブーム等に取り付けた変位センサ(傾斜計)を介して行った。1本のバイブレータの影響範囲は半径50cmとし、一辺50cmの管理メッシュを設定した。この範囲において、前項の平坦性が確認できれば締固め終了と判定し、運転席のモニタ画面の当該範囲メッシュがカラーリングされる(**写真-5**)。

これらの機能により、下記の効果が期待される。

- ・締固め完了、未完了箇所が明示されるため、締固め不足箇所を速やかに見つけて、対処できる。
- ・バイバックオペレータの熟練度等の個人差が解消され均質、安定した締固め品質を確保できる。
- ・締固め作業のトレーサビリティの記録が残る。

#### 5. おわりに

今後、打設が本格化するダム現場にて本システムの実証を進めて行く(**写真-6**)。さらに、位置計測精度、締固め判定精度の検証、改良を行い、締固め管理システムとしての有効性を高めていく予定である。

#### 参考文献

- (1) 土木学会：2013年制定 コンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編]，pp. 68，2013

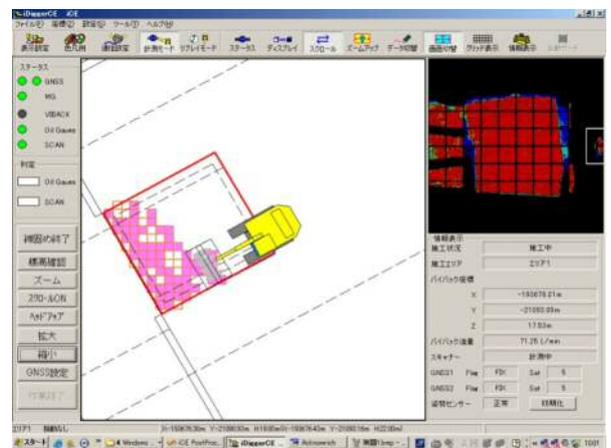


写真-5 モニタ画面



写真-6 ダム現場での施工状況