

スマートセンサを用いたダム用コンクリートの型枠脱型時期判定に関する検討

福岡県五ヶ山ダム建設事務所 住吉正浩 豊増隆敏 真崎達也 四元秀哲 田中元輝
鹿島建設(株) 正会員 林 健二 松本信也 寺内健二 取違 剛 ○田頭唯人

1. はじめに

ダムのような規模の大きいマスコンクリートでは、型枠の脱型直後から河川水を用いてコンクリート表面に流水養生をすることが一般的である。写真-1 は堤体の下流面における流水養生の状況である。流水養生を行うには、コンクリートの品質を確保するため養生水の流下に対してコンクリート表面が十分な強度を有している必要がある。一方でダム本体建設工事に採用される巡航 RCD 工法では、高速施工による打設サイクルを維持するために、上下流面の型枠の脱型を従来よりも早く確実に実施することが重要となる¹⁾。そのため、型枠の脱型時にコンクリートが養生水の流下に対して十分な強度を得たことを即座に確認する必要がある。コンクリートの強度は積算温度によって管理を行うことになるが、従来の温度計測機器ではデータ通信ケーブルが施工上の障害になることや計測データを施工現場で確認することができないなどの問題点があった。そこで、五ヶ山ダム堤体建設工事中では型枠脱型のための積算温度の管理に、無線でデータを取得し携帯モニタで自動計測されたコンクリート表面の積算温度を確認できるスマートセンサ²⁾を利用することとした。

本稿では、五ヶ山ダムにおける型枠脱型の目安となる圧縮強度が得られる積算温度の検討結果とともに、スマートセンサを用いた実際の施工におけるスマートセンサの適用事例について報告する。

2. ダムコンクリートの型枠脱型時期に関する検討

既往の検討¹⁾では脱型可能となる圧縮強度は 1.32N/mm^2 としている。図-1 に五ヶ山ダム用外部コンクリート A 配合における積算温度と圧縮強度の関係を示す。ここから、五ヶ山ダム用外部コンクリート A 配合において、圧縮強度が 1.32N/mm^2 得られる積算温度は $484^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ となることがわかる。

3. コンクリート表面への流水試験

流水試験には $15\times 15\times 50\text{cm}$ の角柱供試体を用いた。まず円柱供試体にて圧縮強度を測定し、脱型可能となる圧縮強度 1.32N/mm^2 が得られた段階で角柱供試体を脱型した。そして堤体の上下流面に散水している養生水 (500~1000ml/分/1 孔) と同等の流量の水をコンクリート表面に流下させた。写真-2 に流水試験の状況と評価対象面を示す。今回の試験では水が



写真-1 堤体下流面における流水養生状況

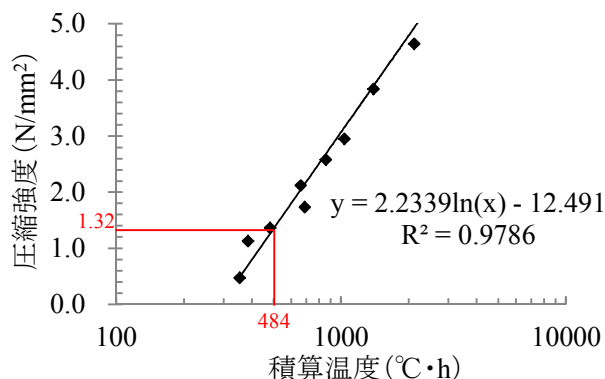


図-1 積算温度と圧縮強度の関係



写真-2 試験状況と評価対象面

キーワード：スマートセンサ、巡航 RCD、脱型、積算温度

連絡先：〒811-1234 福岡県筑紫郡那珂川町大字五ヶ山 鹿島建設(株)九州支店 TEL 092-408-8556

流下する供試体側面を評価対象とした。流入開始から 6 時間経過後にコンクリート表面を観察し、コンクリート表面の荒れや外観の変化を確認した。

4. 試験結果

打込みから 18 時間後に圧縮強度が 1.36N/mm^2 となったため、直ちに脱型してコンクリートの表面へ流水を開始した。写真-3 に脱型直後と流水を開始してから 6 時間経過後の供試体の表面を示す。なお、流水開始時のコンクリート表面における積算温度は $484^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ であり、コンクリートに流下した水量は 980ml/分/孔 であった。流水前後でコンクリートの表面に変化はなく、コンクリートの表面が荒れていないことが確認できる。このことから、五ヶ山ダムにおける脱型可能な積算温度は $484^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ と設定した。

5. スマートセンサの現場への適用

図-2 にある施工リフトにおける型枠脱型までの経過時間を示す。ここから打込みから実施工では最短 21 時間後に脱型をしていることがわかる。また、図-3 にスマートセンサによって計測した型枠脱型時における積算温度の結果を示す。最短時間で脱型をした 21BL の積算温度は $505.9^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ であり、最小値は 14BL の $502.1^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ である。これらの値は型枠の脱型が可能となる積算温度 $484^\circ\text{C}\cdot\text{h}$ に近い値となっている。

五ヶ山ダムでは 1 ブロック (幅 15m) あたり幅 3m の型枠を 5 枚使用しており、1 ブロック分の型枠を脱型するのに約 2 時間要する。コンクリートの施工は昼夜で行われるが、型枠班は昼のみの施工としたため 4~5 ブロックが 1 日の施工範囲となる。1 日の施工範囲が限られているなかで、コンクリート表面における積算温度をその場で把握できるスマートセンサの導入によって、型枠班を効率的に脱型作業に配置でき、作業効率を向上させながらコンクリート表面の品質を確保した。

6. おわりに

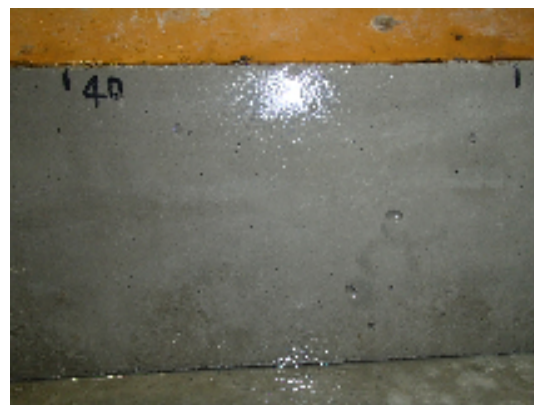
五ヶ山ダム堤体建設工事では、無線でデータを取得できるスマートセンサをダムコンクリートにおける型枠の脱型判定に初めて適用することで即座に脱型の判断をすることが可能となった。

参考文献

- 1) (財)ダム技術センター：改訂版巡航 RCD 工法施工技術資料, 2012 年 2 月
- 2) 野口ほか：スマートセンサ型枠システムを利用したコンクリートの養生・品質管理システムの開発, 土木学会第 67 回年次学術講演会, 2012 年 9 月



a) 脱型直後



b) 6 時間流水後

写真-3 試験前後における供試体の表面

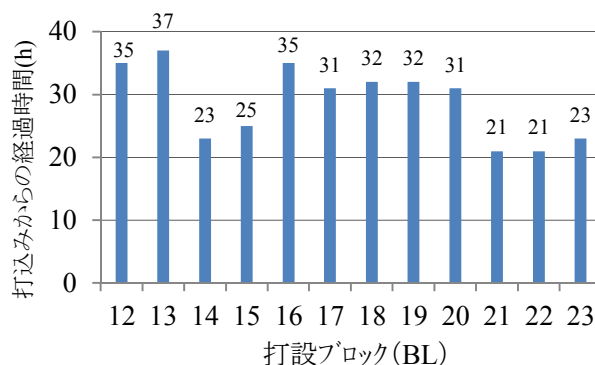


図-2 打設からの経過時間

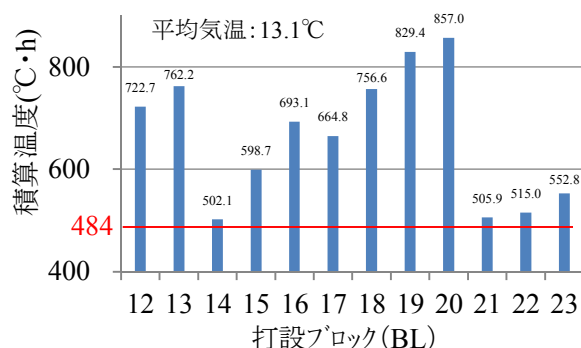


図-3 脱型時の積算温度