

液体窒素によるコンクリートのプレクーリングについて

佐藤工業(株) 正会員 野稻 清^{*1}
 佐藤工業(株) 正会員 宇野洋志城^{*2}
 佐藤工業(株) 大岩 祐也^{*1}

1. はじめに

本工事は、平成20年6月の岩手・宮城内陸地震により甚大な土砂災害が発生した地域の直轄特定緊急砂防事業で実施する砂防堰堤の嵩上げ工事である。

本堰堤はマスコンクリートの施工であるため、温度ひび割れ制御対策として、温度応力解析結果に基づきコンクリートのプレクーリングを行い、打込み温度を下げることによってひび割れ発生を制御する計画とした。プレクーリングの方法には、現場に到着したトラックミキサ内の生コンクリートに液体窒素を投入して冷却する方法を採用した。液体窒素投入状況を写真-1に示す。

本報告は、事前に実施した確認試験で得られたプレクーリングの効果と冷却前後のコンクリートの品質および温度応力解析結果と実測値との比較について記述するものである。

2. 工事概要

工事件名：栗駒山水系槻木平地区砂防堰堤工事
 施工場所：岩手県一関市巖美町字祭時地内
 工期：2012年10月2日～2014年12月16日
 工事内容：既設堰堤をマスコンクリートの施工により6m嵩上げる。



写真-1 液体窒素投入状況

3. 冷却効果確認試験

実際に使用する材料と機械を使用し、液体窒素の投入時間と供給量の関係、液体窒素の供給量とコンクリートの温度低下量の関係を把握するため、確認試験を行った。試験結果を表-1に示す。

表-1 冷却効果確認試験結果

番号	開始時刻	供給圧力 (MPa)	供給量 (kg)	投入時間 (秒)	コンクリート温度()		
					投入前	投入後	降下量
1	9:18	0.3	140	90	24.0	19.5	4.5
2	9:58	0.3	330	180	24.0	17.0	7.0
3	10:32	0.3	510	270	24.5	14.0	10.5
4	10:55	0.3	260	140	24.5	19.0	5.5
5	11:19	0.3	410	220	25.0	15.5	9.5
6	11:37	0.2	220	180	24.0	20.0	4.0
7	12:05	0.2	330	270	24.0	18.5	5.5

供給圧力0.3MPaの場合のコンクリート温度降下量と投入時間の関係は図-2に示すとおり、比例関係が認められた。例えば、トラックミキサ1台のコンクリート(4.0m³)を5℃下げる場合の投入時間は約2分(123秒)である。これより、供給圧力は0.3MPaが、冷却効果が良く、経済的であることがわかる。

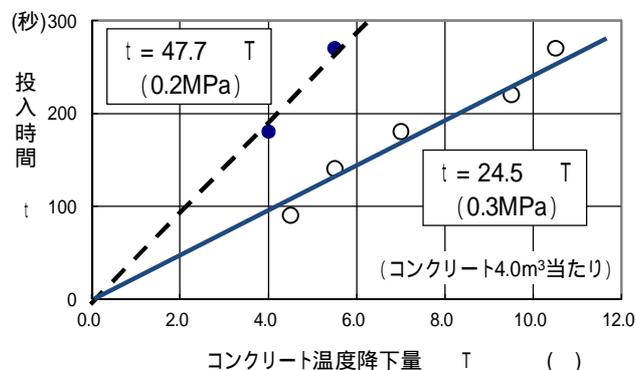


図-2 投入時間と温度降下量

キーワード 砂防ダム, 嵩上げ, マスコンクリート, プレクーリング, 液体窒素

連絡先 *1 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-19 TEL: 03-3661-4794 FAX: 03-3661-6877
 *2 〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山14-10 TEL: 046-270-3091 FAX: 046-270-3093

4. コンクリート品質確認

フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの性質に及ぼす影響について確認するため、フレッシュコンクリートの性質確認試験と硬化コンクリートの圧縮強度試験を行った。試験結果を表-2に示す。これより、液体窒素を投入することによるフレッシュコンクリートの性質の変化および硬化コンクリートの強度の違いは認められなかった。

表-2 フレッシュ性状および圧縮強度試験結果

投入時間	投入前後	スランブ (cm)	空気量 (%)	温度 ()	材齢 7 日		材齢 28 日	
					質量 (kg)	圧縮強度 (N/mm ²)	質量 (kg)	圧縮強度 (N/mm ²)
90 秒	投入前	5.5	4.6	24.0	7.31	15.7	7.33	26.3
	投入後	5.5	4.5	19.5	7.32	16.1	7.33	26.6
180 秒	投入前	6.0	4.3	24.0	7.32	15.3	7.33	26.1
	投入後	5.5	4.3	17.0	7.32	14.8	7.33	25.5
270 秒	投入前	5.5	4.0	24.5	7.32	15.3	7.33	25.7
	投入後	5.0	4.0	19.0	7.32	15.1	7.32	25.9

5. 温度応力解析

(1) 解析結果

ひび割れが懸念される夏期打設部分のコンクリートの打込み温度をプレクーリングにより 25 とした場合、平成 26 年 6 月の上部のリフトのコンクリート内部温度は最高で 47.5 (図-3)、その部分のひび割れ発生指数が 3.20 になり(図-4)、ひび割れ発生確率はひび割れ指数と発生確率の関係¹⁾より 0%となる。

よって、実際のプレクーリングで目標とするコンクリート温度は、コンクリートバケット運搬時の温度上昇を 2 見込み、23 とした。

(2) 温度応力解析値と実測値との比較

事前に行った温度応力解析の温度履歴と比較したものを図-5に示す。実測したコンクリート内部温度は打込み温度が 5 低いため、最高温度は 44.3 で解析値より 4 程度低くなっている。最高温度が低くなることは、外気温との温度差が小さくなり、解析結果よりもひび割れ発生確率が小さくなると推定される。

6. 実施工

液体窒素は、コンクリート温度が 23 以上の場合に投入し、コンクリート打設時のコンクリート温度が 25 未満になるようにプレクーリングを行った。また、液体窒素の供給圧力は 0.3MPa で常に一定にした。液体窒素の

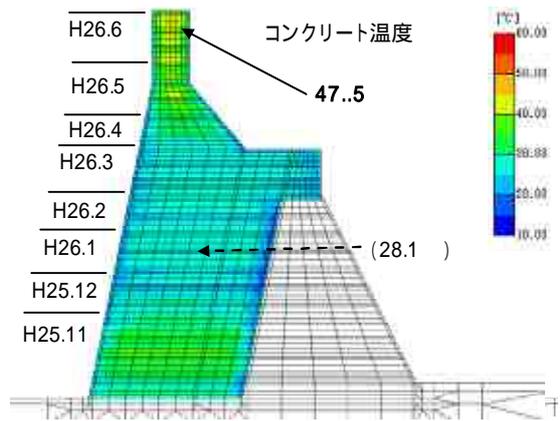


図-3 コンクリートの温度分布図

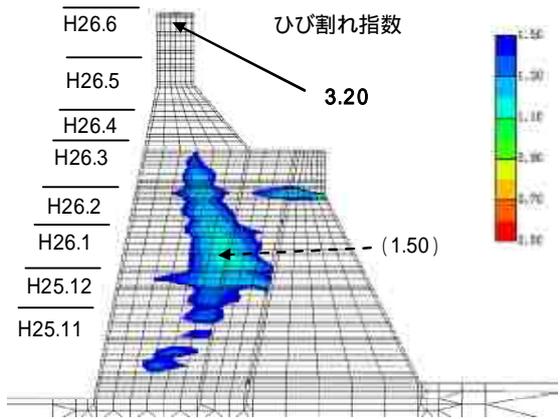


図-4 ひび割れ指数分布図

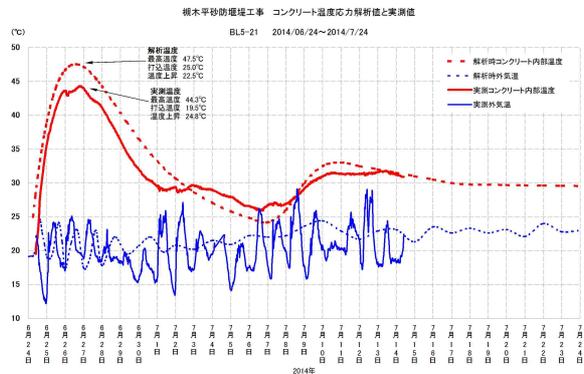


図-5 コンクリート内部温度の解析値と実測値

供給量は、事前確認試験の結果により管理した。

7. おわりに

液体窒素を使用したコンクリートの冷却は当社では初めての実績であり、ひび割れ発生制御に有効な工法であることが確認できた。詳細データを把握できたことで、今後の小規模工事に水平展開できると考える。

参考文献

- 1) 土木学会：2007 年制定コンクリート標準示方書 [設計編]，pp.181-182，2008.3