

砂防堰堤におけるコンクリートの打設間隔の短縮に向けた温度応力解析による検討

大日コンサルタント（株） 正会員 ○町 勉

国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所 伊藤 誠記
 国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所 片桐 知治
 国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所 山村 真司
 国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所 角 清正

1. 目的

現在，日本全体で生産年齢人口の減少が深刻化しつつあるなか，「生産性の向上」が建設業をはじめとしたあらゆる産業で試みられている．砂防堰堤の生コンクリートの打設間隔を規定する基準として，土木工事共通仕様書第8編（砂防編）¹⁾（以下，共通仕様書）には，「旧コンクリートの材齢が，1.0m 以上～1.5m 未満のリフトの場合は4日（中3日）に達した後に新コンクリートを打ち継がなければならない．（後略）」との記載があり，施工時期やセメントの種別等に関する区別を行わない運用がなされている．一方，この規定の成立当時と比較し，コンクリートの強度発現や温度応力の解析技術が大きく発達し，またセメントの性質にも新たな知見が得られている．

このため，砂防堰堤工事の生産性向上を目的として，夏季と冬季の施工において，現地の生コンプラントで製造可能なセメント種別を使用し，打設間隔を短縮した場合の強度発現と温度ひび割れへの影響について考察した．

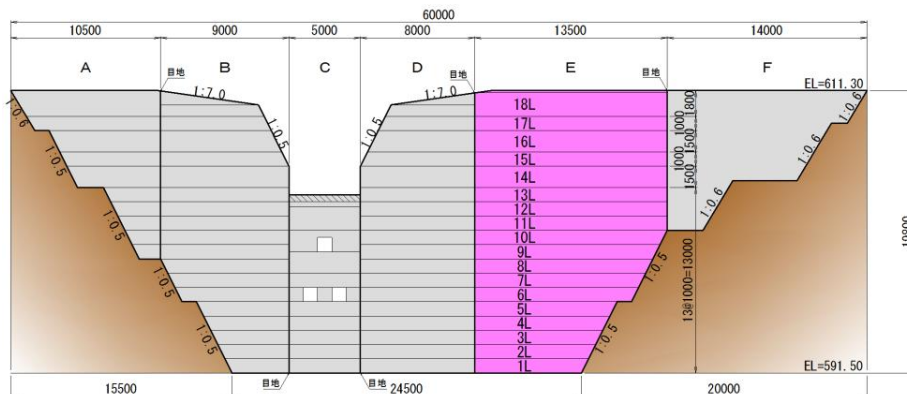


図-1 砂防堰堤のリフト割図（正面図）

2. 検討方法

検討は，当事務所管内にて計画中の坂内白谷第一砂防堰堤を対象とした．リフト割を図-1に示す．温度ひび割れに着目する観点から，リフトの高さと幅の比が大きいEブロックについて温度応力解析を行った．検討パターンを表-1に示す．

本検討では，高炉セメントB種（以下，BB）又は普通セメント（以下，N）を用いた呼び強度 $f_{ck}(28) = 21 \text{ N/mm}^2$ の示方配合，図-2に示す現地近傍（岐阜県揖斐川町）の気象庁気温データ（2012～2015年の旬平均気温データ）を考慮して，土木学会「2012年制定 コンクリート標準示方書」²⁾に示されたコンクリートの基本的な物性等を与えて，3次元FEM温度応力解析プログラム「ASTEA-MACS」により温度解析と応力解析を行った．なお，熱膨張係数は，Nが $10 (\mu / ^\circ\text{C})$ ，BBが $12 (\mu / ^\circ\text{C})$ とした．

表-1 検討パターン

	配合	打設間隔	打設時期
夏季標準パターン	BB	中3日	8月
冬季標準パターン	BB	中3日	2月
検討パターン①	BB	中2日	8月
検討パターン②	N	中2日	8月
検討パターン③	N	中2日	2月

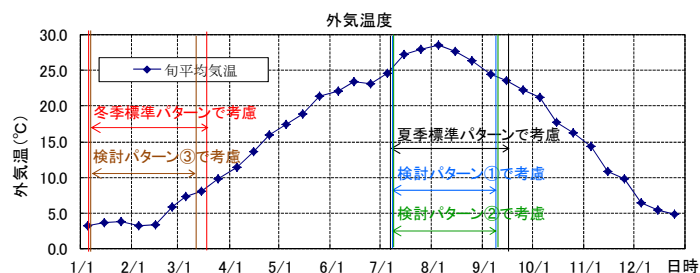


図-2 外気温の設定温度

キーワード 温度応力解析，温度ひび割れ，砂防堰堤，コンクリート，打設間隔，生産性向上
 連絡先 〒500-8384 岐阜市藪田南 3-1-21 大日コンサルタント（株） TEL 058-271-2508

3. 結果と考察

3.1 圧縮強度発現の対比

パターン別の圧縮強度発現の解析結果を表-2に示す。冬季標準パターン（BB 中3日）の3日強度を打継ぎに必要な最低基準強度とすると、夏季においてはBBのままで、冬季においてはセメント種別をNに変えることで、打設間隔を1日短縮しても最低基準強度を得ることがわかった。

3.2 表面部のひび割れ指数の対比

表面部におけるパターン別のひび割れ指数最小値を表-3に示す。堰堤表面部のひび割れ指数は、夏季標準パターン（BB 中3日）が最も厳しく、打設間隔を1日短縮したパターンは、夏季、冬季とも、標準より改善される結果となった。

夏季標準パターンのひび割れ指数コンター(経験値最小)を図-3に示す。各リフトの表面部にひび割れ指数最小値が生じることがわかった。そこで、各リフトの表面部に生じるひび割れに着目して考察することとした。

標準パターンにおける6Lと既設の5Lの、引張強度・最大主応力、温度の履歴を図-4に示す。夏季標準パターンでひび割れ指数が最小値を示した解析時間は材齢6日の時であり、最高温度到達の後の急激な温度低下から緩やかな温度低下に転じた付近であることがわかる。このため、表面部のひび指数低下の原因は、既設リフトによる外部拘束であると考えられる。冬季標準パターンのひび割れ指数が高いのは、最高温度が低く、温度低下が緩やかなためと考える。

次に、コンクリートの打設間隔を短縮した場合に表面部のひび割れ指数が改善された理由を考察する。夏季に打設したパターンについて、6Lの引張強度・最大主応力、6Lと5Lとの温度差の履歴を図-5に示す。BBで1日短縮しても表面部のひび割れ指数が改善されたのは、材齢差が短縮されることでヤング係数差が小さくなるとともに、既設リフトとの温度差が小さくなったためと考える。

一方、Nにして1日短縮した場合に、ひび割れ指数が改善された理由は、BBより温度差が大きくなっても、強度発現がよいこと、熱膨張係数が小さいこと、自己収縮ひずみが小さいこと等が複合したためであると考えられる。

4. 結論

夏季は、BBで打設間隔を中1日短縮しても、現行よりひび割れ指数が改善されることが示された。冬季は、Nに変更すれば中1日短縮しても、現行より強度が得られ、ひび割れ指数も改善されることが示された。

謝辞 本検討に際し、岐阜大学森本博昭名誉教授に貴重な御意見・御助言を賜った。ここに感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) 土木工事共通仕様書第8編（砂防編）第1章第8節
- 2) 土木学会「2012年制定 コンクリート標準示方書」

表-2 圧縮強度発現の解析結果

表面部(図-3参照) 要素		単位: N/mm ²		
8リフト目の打設日	圧縮強度 材齢(日)	BB 中3日	BB 中2日	N 中2日
2月初旬	2日	3.75	左記強度が出ないため不可	8.36
	3日	6.64		13.26
8月初旬	2日	15.42	15.56	24.19
	3日	20.16	20.44	28.03

表-3 6Lのひび割れ指数最小値

表面部(図-3参照) 要素		BB 中3日	BB 中2日	N 中2日
8リフト目の打設日		1.25 (材齢20日)	強度条件で不可	1.41 (材齢17日)
2月初旬		0.99 (材齢6日)	1.15 (材齢6日)	1.14 (材齢5日)
8月初旬				

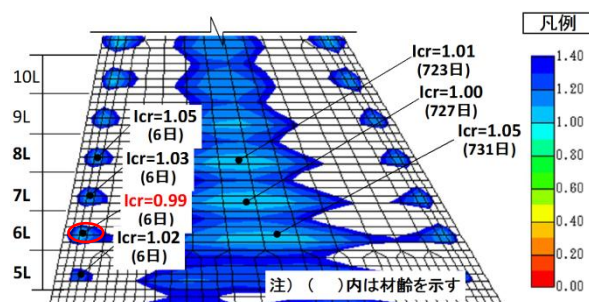


図-3 ひび割れ指数コンター（夏季標準パターン）

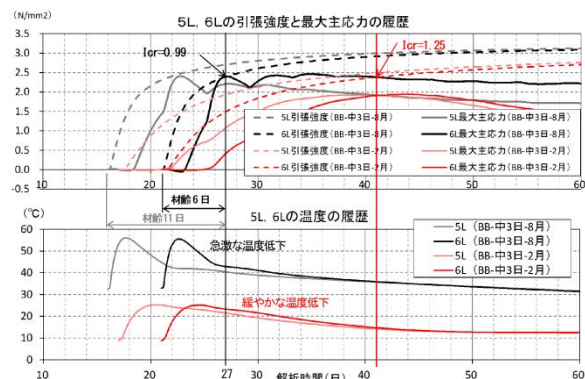


図-4 5L, 6Lの強度・応力、温度の履歴
(夏季標準パターンと冬季標準パターン)

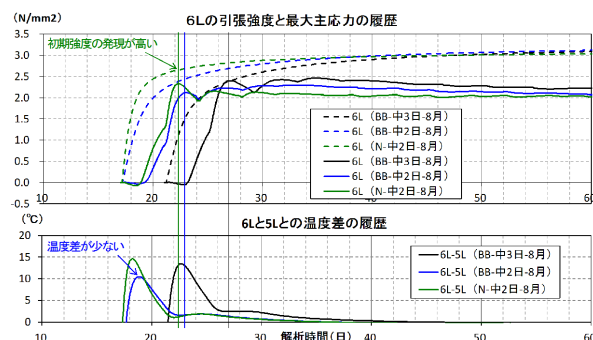


図-5 6Lの強度・応力、5Lとの温度差の履歴
(夏季標準パターンと検討パターン①②)