

ダム越冬面への富配合コンクリート適用による品質向上について

鹿島建設株式会社 正会員 ○松本 孝矢
 鹿島建設株式会社 正会員 大内 斉, 岡山 誠
 鹿島建設株式会社九州支店 正会員 安田 和弘

1. 目的

栃木県で建設された国土交通省関東地方整備局：湯西川ダムでは、冬期の厳しい気象条件により、冬期のコンクリートの打込み休止を余儀なくされ、越冬リフトは長期間放置されることになる。このため、越冬後に施工される越冬上部リフトとの強度差や温度差が大きくなり、温度応力によって越冬上部リフト端面の反り上がりが生じて、堤体の水密性を低下させることが懸念される。この反り上がりを防止するためには、断熱養生などの温度応力の緩和対策を実施することが有効である。今回、越冬面となるリフトの打設時に、貧配合である内部コンクリート打設区分においても比較的富配合の外部コンクリート配合にて打設することによる温度応力の緩和に対する効果について報告する。

2. コンクリート配合 および越冬面への外部配合適用思想

適用したコンクリート配合を表 1 に示す。セメントは中庸熱フライアッシュセメント（フライアッシュ混合率 30%）、骨材は河床砂礫を用いた。

一般にダムの内部コンクリートに単位セメント量の少ない貧配合

表 1 コンクリート配合

配合名 記号	最大 骨材 寸法 (mm)	水 粉体 比 W/B (%)	細骨材 率 s/a (%)	設計 スランプ (cm)	設計 空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)						混和剤		
						水 W	粉体 B (C+FA)	細骨材 S	粗骨材			AE 減水剤 (C×%)	高性能 AE 減水剤 (C×%)	AE剤 (C×%)
									G1 80-40mm	G2 40-20mm	G3 20-5mm			
外部 :A	80	47.6	29.0	3.0±1.0	4.5±1.0	100	210	585	502	500	432	—	0.70	0.046
内部 ELCM :B-2	80	78.6	33.0	3.0±1.0	3.5±1.0	110	140	692	492	490	423	1.0	—	0.014

のコンクリート（表中の「内部 ELCM」）を用いる理由としては、できるだけ単位セメント量が少ない、すなわち断熱温度上昇量が小さいコンクリートの方が、コンクリートの最高温度が低くなり、温度ひび割れ抑制の観点から有利となるからである。ただし、これは、ある程度の打継間隔でコンクリートが順次連続して打ち継がれていくため、内部がほぼ断熱状態となることを想定している。これに対して、越冬リフトの内部コンクリートは、その表面がすぐに次リフトのコンクリートで覆われることなく、冬期休止期間長期放置される。そのため、上部からのコンクリートの発熱による熱の補給はなく、むしろ十分な養生をしてもコンクリート温度が低下すると考えられる。特に、越冬リフトを打設する時期は冬期であるため、コンクリート打込み温度も低く、発熱の小さい内部コンクリートではほとんどコンクリート温度が上がらないと考えられた。この越冬リフトに外部コンクリート配合（表中の「外部」）を用いることによって、内部コンクリート配合を用いるよりも温度が高くなることから、越冬リフトからの温度低下を抑制でき、結果として内部と越冬リフト付近の温度差をより小さくすることができるため、温度応力を緩和できると考えた。また、外部コンクリート配合の方が内部コンクリート配合よりも引張強度が高いことから、ひび割れ指数（引張強度／引張応力、ひび割れ指数が大きいほどひび割れ発生確率は小さくなる）は大きくなる。越冬面に外部コンクリートを用いることは、温度ひび割れ抑制の観点から有利であると考えた。

3. 外部配合適用結果

越冬面を外部配合で打設する手法の品質改善効果を確認するために、コンクリート中に测温機能付きのひずみ計を設置し、データを計測した。比較のために、越冬面を内部配合で打設した箇所にもひずみ計を設置した（図-2、図-3 参照）。

キーワード 重力式コンクリートダム、温度応力、越冬面、外部配合

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株) TEL 03-5544-0835

設置した埋設計器により測定したひずみ・温度の測定結果を表－2、図－4に示す。

測定結果から、いずれの測定位置においても、内部配合で打設した箇所よりも、外部配合で打設した箇所の方がひずみは小さくなっていることが分かる。外部配合を適用した場合のひずみの低減割合は、越冬面から深い位置の方が大きくなっており、越冬面から100mm内部の位置で約10%、500mm内部の位置で約24%、900mm内部の位置で約40%ひずみが小さくなっている。

一方で、コンクリート温度は、若干外部配合における温度の方が高くなっているが、大きな差は無い結果となっている。ただし、外部配合の方が水セメント比は低く、単位セメント量が多いため、強度は高くなっていたと考えられる。強度が高い方が弾性係数も高くなるため、同じ応力が作用した場合には、ひずみは小さくなると考えられる。また、引張強度も外部配合の方が高いため、ひび割れに対する抵抗性も高かったと考えられる。

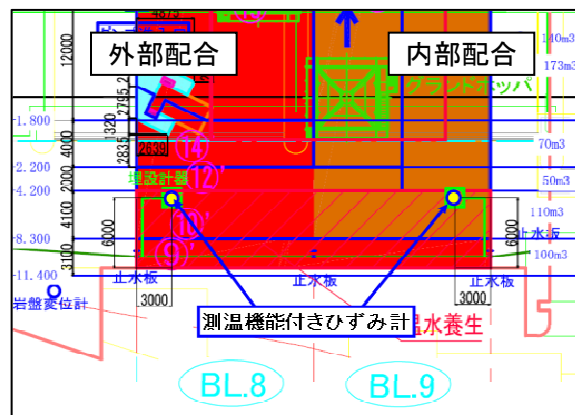
また、内部配合の場合は、越冬表面から100mm内部の位置で、若干ではあるが、 $100\mu\text{m}$ を越える結果が得られている。越冬表面は、独立気泡型シートやブルーシート等で養生を実施していたが、表面に近い部分は外気温変動等の影響を受けて、ひずみが大きくなったと考えられる（コンクリート温度は最も低い場合でも 5°C 以上となっている）。一方で、外部配合を適用した場合は、越冬表面から100mm内部の位置でもひずみは $100\mu\text{m}$ 以下となっている。越冬面に外部配合を適用することで、外気温の影響を受ける越冬表面に近い部分のひずみを抑制できていると考えられる。

当初の想定では、温度低下の抑制による温度応力の緩和と引張強度増大による温度ひび割れ抑制によって、越冬面に外部配合を適用することで品質の改善が図れると考えていた。今回の測定結果から、越冬面のひずみ抑制には「引張強度増大による温度ひび割れ抑制」がより効果があったと考えられる。また、図－4より、打設再開時まで越冬リフトの温度は内部配合に比べて高く上部リフトとの温度差解消にも効果があったことが分かる。

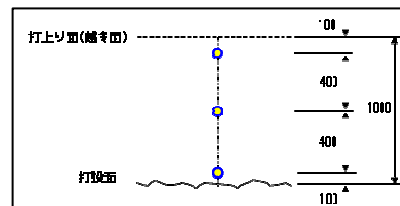
4. まとめ

ダムが建設される場所によっては、冬期間にコンクリート打設ができず、数か月放置せざるを得ない状況となることが多い。結果として、越冬面にひび割れが発生する事例も多いが、湯西川ダムでは今回の対策を実施したことにより、適用した越冬面には有害なひび割れは発生しなかった。

今後、同様なケースにおいて、今回の対策を実施することで、コンクリートダムの品質を向上できるものと考えられる。



図－2 観測計器設置位置図（平面図）

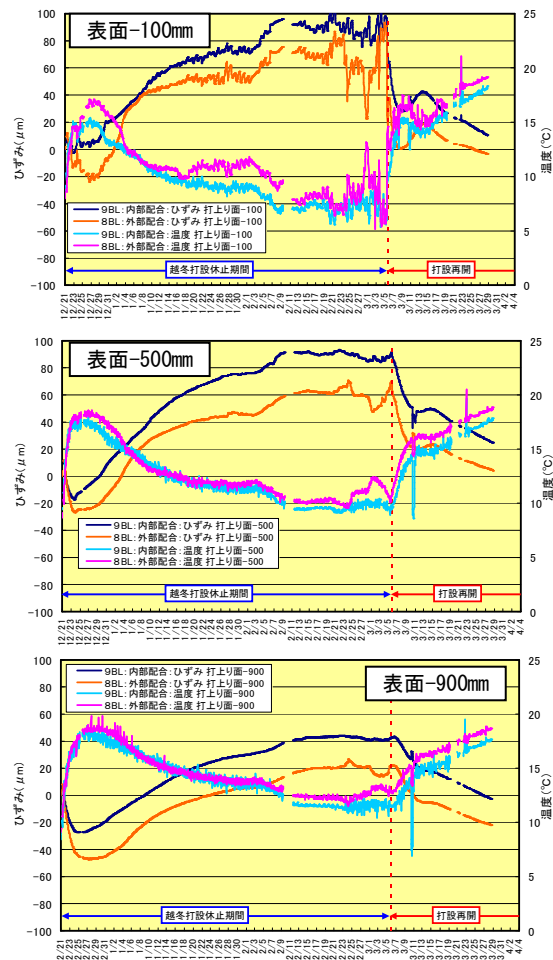


図－3 観測計器設置位置図（断面図）

表－2 測定結果（最大値・最小値）

測定BL	9BL						8BL					
	内部配合			外部配合			内部配合			外部配合		
測定位置	打上り面-100mm	打上り面-500mm	打上り面-900mm	打上り面-100mm	打上り面-500mm	打上り面-900mm	打上り面-100mm	打上り面-500mm	打上り面-900mm	打上り面-100mm	打上り面-500mm	打上り面-900mm
測定項目	ひずみ (μm)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	ひずみ (μm)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	ひずみ (μm)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	ひずみ (μm)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	ひずみ (μm)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	ひずみ (μm)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
最大値	103.581	20.2	93.312	19.7	44.217	19.5	93.366	21.1	70.905	20.5	26.544	19.8
最小値	-2.754	5.3	-17.172	8.6	-27.54	6.9	-23.94	5.2	-26.732	8.7	-47.242	9.1
最大-最小	106.335	14.9	110.484	11.1	71.757	12.6	117.31	15.9	97.637	11.8	73.786	10.7

※ひずみはプラスが引張、マイナスが圧縮である。



図－4 観測計器測定結果