

V-242

耐摩耗性コンクリートのひびわれ抑制に関する実験的研究

—取水ダム補修—

不動建設（株） 正員 ○中嶋健治
 関西電力（株） 松波弘明
 電気化学工業（株） 清水久行
 不動建設（株） 福岡育男

1. まえがき

場所打ち用高強度混和材を添加した高強度コンクリート ($\sigma_c \geq 400 \sim 500 \text{ kgf/cm}^2$) は、耐摩耗性が著しく向上する^{1)~3)}ことから、ダム排砂路、砂防堰堤、海岸、河川などの水理構造物に対し使用されている。しかし、この耐摩耗性コンクリートは、富配合なため温度応力によるひび割れが発生しやすく、さらに、低水セメント比でブリージングが極度に少ないことから表面乾燥による初期ひび割れも発生しやすい。そのため、水密性と耐久性が要求されるダム構造物などの施工においては、ひび割れ防止の対策が極めて重要である。本報告は、主として、温度応力解析による耐摩耗性コンクリートのひび割れ抑制効果の実証実験について報告するものである。

2. 実験概要

本実験は、実際のダム補修工事における施工条件、気象条件などを配慮した温度応力ひび割れ事前解析を行い、その結果をコンクリートの配合設計・打込み区画・打込み・締固め・型枠の脱型時期・養生などの施工条件に反映させて、耐摩耗性コンクリートのひび割れ抑制を検討した。その材料及びコンクリートの配合を表-1に示す。コンクリートの材令28日圧縮強度は、 50.0 kgf/cm^2 以上を満足し、かつ、発熱量を抑制する観点から必要最小限の単位セメント量とした。さらに、耐摩耗性コンクリートの配合は、ポンプ施工に最適なスランプ及びワーカビリティを定めるために予め試験練りを行い決定した。なお、コンクリート温度応力の事前及び事後解析は、放熱条件の異なるダム堤体斜路部と堤体平坦部の二箇所について実施した。

表-1 耐摩耗コンクリート配合

施工箇所	スランプ (cm)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				圧縮強度 (kgf/cm ²) 材令28日	
			水	セメント	細骨材	粗骨材		
堤体 斜路部	15±2	36.5	146	400	776	1049	40	602
堤体 平坦部	18±2	38.0	152	400	769	1040	40	580

セメント：普通ポルトランドセメント
 細骨材：木骨川礫山産
 粗骨材：木骨川礫山産
 混和材：エトリンガイト系

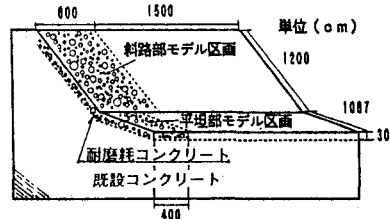


図-1 耐摩耗性コンクリート施工概要

3. 事前解析

図-1に示す堤体斜路部および平坦部の事前解析モデルは、合板型枠・4日間養生後脱型・外気温の日較差の有無を設定条件とし、温度応力はFEM二次元法⁴⁾、引張強度はACI基準による平方根式により求め、引張強度(f_t)/温度応力(σ_t)によりひび割れ指数を算出し、ひび割れの発生しない確率⁵⁾を求めた。なお、温度応力を求める際のコンクリートの比熱・熱膨張率・熱伝導率などの諸係数は、一般的な値⁵⁾を用いた。その結果、図-2に示すように、斜路部の外部拘束応力によるひび割れ指数は、日較差無しaの場合、最小値が1.01で、ひび割れの発生しない確率は52%となった。同様に、日較差を考慮に入れたbの場合のひび割れ指数は1.51で、ひび割れの発生しない確率が95%となった。堤体平坦部においてもほぼ同様な結果が得られ、薄い打込み厚

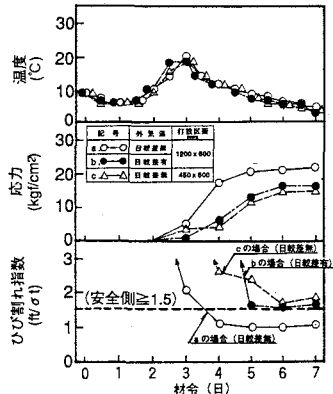


図-2 事前解析結果

の場合は、外気温の影響が大きいと判断される。しかも、本実験の打込み時期は寒暖差が激しい四月であり、前述の結果より、温度応力を低減するための対策が必要であることが判明した。

4. 施工上の対策

外部拘束応力に伴うひび割れ抑制対策について、基礎コンクリートの拘束度・養生温度・鉄筋補強などについて事前解析を基に検討した。その結果、温度応力の低減を図るため、7日間養生後脱型、拘束度の緩和を目的とした打込みスパン長の短縮を対策として実施した。この対策により、図-2に示すように、日較差なしcの場合のひび割れ指数の最小値は1.78となり、ひび割れの発生しない確率が95%以上となった。なお、初期ひび割れ対策として、堤体平坦部に、シート及び湛水養生を行った。

5. 温度測定及び事後解析結果

スパン長を短縮した堤体斜路部・平坦部の2解析区画に温度センサーを計11点セットし、コンクリート打込み開始からコンクリート温度が安定するまで測定を行った。図-3に示すような温度測定結果に基づき、

Compensation line法による温度応力解析を行った。この結果によると、

事後解析における耐摩耗性コンクリート中心部と表面との温度差は、事前解析より大きい。しかしながら、養生期間の延長および斜路部で4.5m、平坦部で6.9mとスパン長を40~60%短縮する対策を講じたことによって、その効果と考えられる温度応力が事前解析値と近似し、ひび割れ指数も1.5以上と安全側になった。さらに、実際に打込まれた耐摩耗性コンクリートの全区画においても、ひび割れの発生は認められず、施工上のひびわれ抑制対策は有効であったものとする。

6. まとめ

取水ダム補修工事における実験結果から、高強度かつ、耐摩耗性コンクリートのひび割れ対策に関して次のことが判った。

- (1) 温度応力によるひび割れは、気象条件および施工条件を設定した事前解析を行い、その結果に基づいた適切な施工上の対策をとったことにより防止できた。
- (2) 初期ひび割れは、コンクリートのワーカビリティの改善とシート及び湛水養生を行ったことにより、ひび割れの発生は認められなかった。なお、施工1年後の外観調査で、コンクリート表面のひび割れ及び耐摩耗度は微少であり、かつ、良好であったことが確認されている。

参考文献

1) 杉田英明他;耐摩耗性コンクリートの評価とその施工 土木学会支部研究発表会 1985.2
 2) 杉田英明・永松武敏;小水カダムコンクリートの耐摩耗性評価に関する一考察 第8回コンクリート工学年次講演会論文集 1986
 3) 杉田英明他;耐摩耗性コンクリートの評価とその施工 NO.223 電力土木 1989.11
 4) (株)JCIマスコンクリートの温度応力研究委員会;マスコンクリートの温度・応力計算用パソコンプログラム集(VersionII) 日本コンクリート工学協会 1989
 5) (社)日本コンクリート工学協会編集;マスコンクリートのひび割れ抑制設計 日本コンクリート工学協会 1986

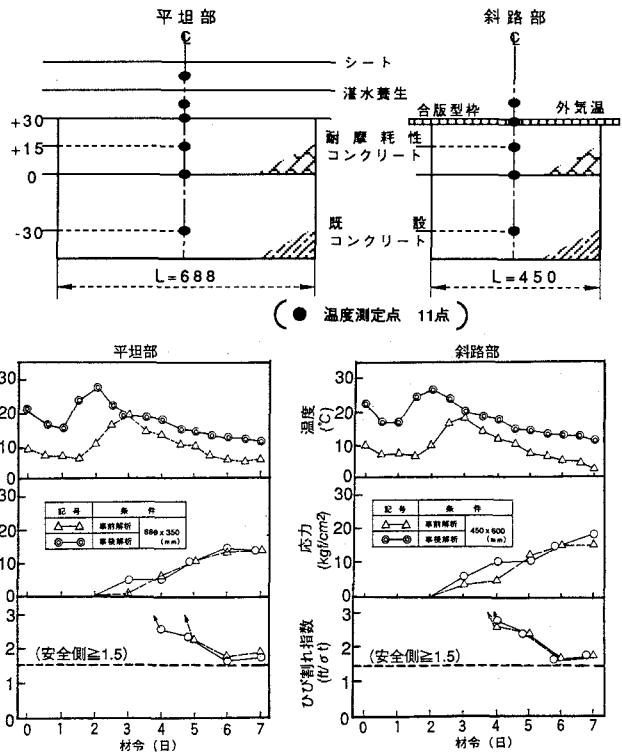


図-3 事後解析結果