

ロックフィルダム監査廊用プレキャスト部材製作における電気養生の適応性評価

九州電力(株) 小丸川発電所建設所 正会員 栗津 善文
九州電力(株) 小丸川発電所建設所 正会員 〇大濱 隆司
小丸川発電所上部ダムJ V 正会員 菅原 稔(大成建設(株))
九州高圧コンクリート工業(株) 開発部 梅田 崇

1 はじめに

小丸川発電所は、宮崎県中央部の一級河川小丸川に位置する純揚水式発電所（建設中）である。上部ダムの調整池はアスファルト全面表面遮水壁型を計画しており、その底盤には遮水壁からの漏水検知と周辺地山からの浸透水の排水を目的とした、全周 1,800m の監査廊を設置することとしている。

監査廊は施工性の向上の観点から、内空部にプレキャストコンクリート（以下 P C A という）部材を使用しており、その製作時の養生方法は「電気養生」を採用した。なお、P C A 製作工場は数量が約 1,200 基と多いこと、平野部での製作では山頂までの製品運搬距離が長いことから、調整池上流の土捨場内に設置した。

本稿では、P C A 製作において、建築分野で最近用いられつつある「電気養生」のシステム（ダイリン商事製）と、コンクリート硬化後の品質面からの適応性について述べるものである。

2 電気養生システムの特長

電気養生システムは温度制御装置、遠赤外線面状発熱シート（炭素繊維製）及び接続ケーブルで構成されている。発熱シートは型枠の外周面に貼り付けられており、損傷がない限り多用することができる。

本システムは従来のボイラー式蒸気養生方法に比べ①高精度の温度管理が可能となる②コストダウンが図れる③安全である④設備の設置が簡単である⑤燃焼ガス等の排出物が発生しない⑥有資格者や設置時の許認可が必要ない⑦使用水量が少ない⑧熱効率が高等の長所がある。

3 試作試験

蒸気養生、電気養生双方の養生でボックスカルバート（1500×1500×1500 t=160mm）の試作試験を実施し、熱電対によるコンクリート温度の計測、圧縮強度等の比較を行った。

3.1 温度制御について

蒸気養生では蒸気停止後の室内余熱でコンクリート内部の温度が下がりにくいため、外気温度が低い場合は温度差の影響が無くなるまで脱型できない。したがって、厳寒条件下では温度ひび割れの発生、製造効率の低下が懸念される。また、コンクリート内部温度測定箇所毎の温度差を見ると蒸気停止後に温度降下にばらつきが発生する（図-3）。しかし、電気養生では水和反応による自己発熱を考慮して自動で加熱停止できるため、脱型時の温度を調節でき、内部の温度差も約 10℃以下に制御することができた。（図-4）

キーワード：電気養生、プレキャスト、監査廊、フィルダム

連絡先：宮崎県児湯郡木城町大字椎木 4246 番地、TEL0983-32-4023、FAX0983-32-4037

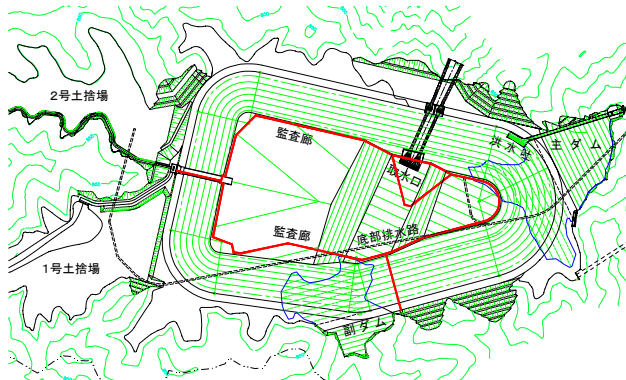


図-1 上部調整池平面図

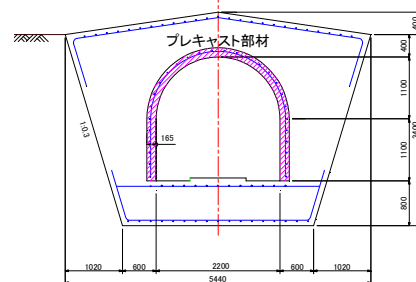


図-2 監査廊標準断面図

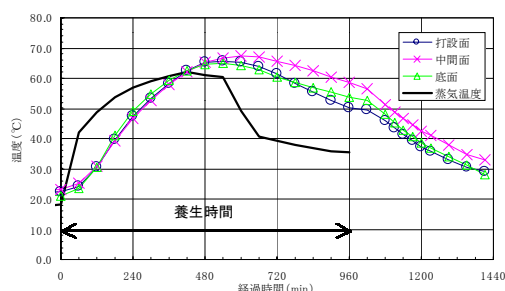


図-3 温度計測結果（蒸気養生）

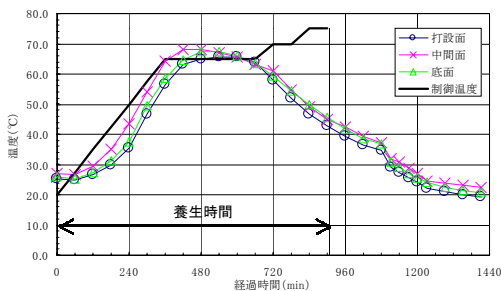


図-4 温度計測結果（電気養生）

3.2 コンクリート強度について

コンクリート強度については材令1日の脱型時の強度 σ_1 が蒸気養生34N/mm²、電気養生35N/mm²であり、材令14日（出荷想定時）の強度 σ_{14} が蒸気養生55N/mm²、電気養生57N/mm²となることから、材令1日で60%強度が発現しており、脱型時強度は十分であることが確認できた。

また、どちらの養生方法においてもコア抜き供試体（打設面、底面）および円柱供試体ともに、圧縮強度は積算温度 $T \times T$ の対数と比例関係にあり、相関度も非常に高いことがわかる（図－5，6）。このことから、蒸気養生による製品と同様に、積算温度による管理を行うことにより、品質の確保ができることが確認できた。なお、電気養生を行った場合、円柱供試体とコア抜き供試体での強度の差が少ないことが分かる。これは電気養生の場合、型枠を直接加熱し温度制御をするため、形状、スケール等による品質のばらつきが低いと考えられる。

4 現場工場における運用

現場工場への電気養生システム導入に際し、品質管理を行うため標準養生を行ったコンクリートと、電気養生を行ったコンクリートについて強度の比較を行った。使用するコンクリートの示方配合表を表－1に、電気養生及び標準養生の強度試験結果を図－7に示す。電気養生による供試体の材令14日以降の圧縮強度は、標準養生による供試体の圧縮強度に比べて10%～15%程度低下している。これは、電気養生の場合、脱型以降に気中養生することで水和に必要な水分が不足し、反応が抑制されると考えられる。したがって、現場工場での製品の品質は電気養生後の気象状況にも左右されることから、これらの関係を考慮して、出荷時の製品の強度を管理する必要がある。当地点ではPCAの設計基準強度を $\sigma_{14}=24\text{N/mm}^2$ としているが、変動係数20%と想定し、標準養生 $\sigma_{14}=30\text{N/mm}^2$ でコンクリートの管理を行っている。また、夏季、冬季における養生パターンの変更を行い、積算温度の管理を徹底するとともに、外気温が低い場合（-5℃まで低下する）を想定し、温度ひび割れの照査を実施して脱型時の温度管理による対策を実施している。

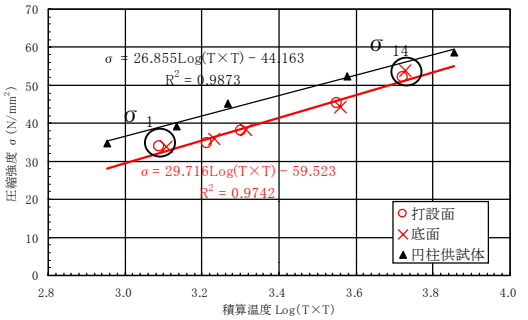
表－1 使用コンクリートの示方配合表（標準養生 $\sigma_{14}=30\text{N/mm}^2$ ）

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材比 (%)	単位量(kg/m ³)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	高性能 AE 剤
20	18±2.5	4.5±1.5	50	50	172	344	910	927	3.59(1%)

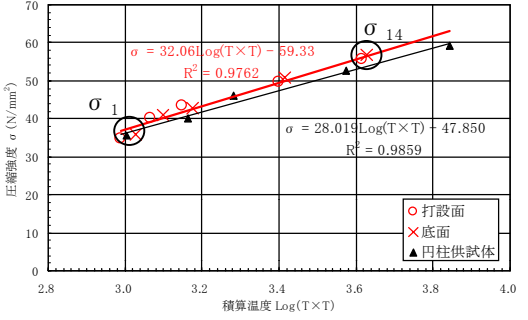
5 まとめ

現在、平成13年6月から現場にPCA工場を設置し、電気養生システムを用いて、1日4基のPCA部材を製作している。これまでに約600基の製作を完了しており、良好な品質を確保している。

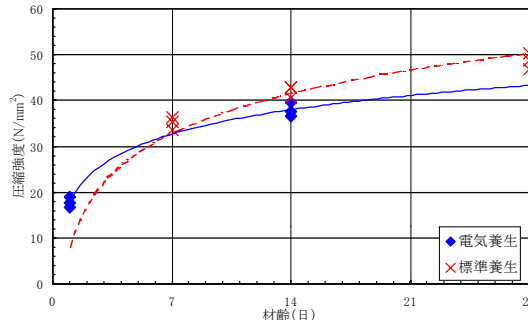
今回、土木分野では採用されていなかった電気養生システムをコンクリート二次製品の製作に適応し、現場PCA工場において実証することで、品質の安定性、作業効率の向上を図るとともに、設備の簡略化を行うことで大幅なコストダウンが可能となった。今後も実証を継続し、電気養生システムの適応範囲をさらに拡大する予定である。



図－5 積算温度と強度の関係（蒸気養生）



図－6 積算温度と強度の関係（電気養生）



図－7 電気養生及び標準養生の強度試験結果



写真－1 現場プレキャスト工場写真