

V-226 地中円柱型構造物における温度応力計測について

東京電力輸送変電建設所 正会員 飯島政義 吉井幸雄
 前田建設工業㈱技術研究所 正会員 横沢和夫

1. はじめに

山岳地の送電鉄塔基礎には円柱型構造物である深礎基礎が多く用いられているが、基幹送電設備の大型化により、マスコンクリートとしての温度応力が懸念される。

今回、この深礎基礎を対象として、コンクリートの水和熱による温度および応力の履歴等を把握することを目的として、これらの計測を行ったのでここに報告する。

2. 計測概要

計測を実施した深礎基礎の形状を図-1に示す。計測は、躯体径4.0m、躯体長17.5mと同一形状の隣接するケース(1)、ケース(2)の二つの深礎基礎を対象としており、図に示すB断面以下のコンクリートが1回打ち、2回打ちと異なる場合のコンクリート打設高さの違いによる影響をも検討した。すなわち、ケース(1)ではB断面、ケース(2)ではB、D断面が打継目となる場合である。これらの深礎基礎に対して、表-1に示す計測機器を用いて、7月末から約4ヶ月にわたって計測を行った。

3. 材料特性

コンクリートの配合を表-2に示す。コンクリート打設時に採取して得た供試体に対して、圧縮強度試験、引張強度試験、弾性係数試験を行った。図-2-1は、積算温度と圧縮強度との関係であり、図中に示す関係式が得られた。また、材令28日において呼び強度の値を上回っていることが分かる。一方、図-2-2は、圧縮強度と引張強度の関係であり、図中に示す推定式¹⁾に近い結果が得られた。

4. 計測結果

図-4-1は、ケース(1)D断面での温度履歴である。コンクリートの発熱により上昇した温度が時間とともに下降していく様子が捉えられており、中心部に比べ外側の方が温度上昇が小さいことも分かる。なお、中心部(計測点D-0)での最高温度到達時間は3日、温度上昇量は41℃であった。また、半径方向の温度分布および温度履歴から推定される断熱温度上昇Qは次式で表される。

$$Q = 42.8 \times (1 - e^{-1.225t}) \quad (^\circ\text{C}) \quad (式1)$$

一方、図-4-2は、ケース(2)D断面での温度履歴であるが、計器設置位置がコンクリート打継目のやや下側であるため、温度は下部コンクリート打設により9℃のみ上昇し、下降途中に上部コンクリートが打設され、中心部においては打設時と比べて29℃上昇するに留まっている。なお、コンクリートの打設温度は27℃であった。ここには

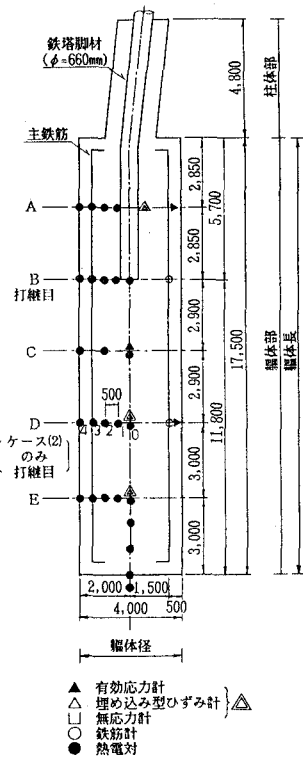


図-1 計測対象とした深礎基礎の概略

表-1 計測項目と計測機器

計測項目	計測機器
コンクリートの温度	熱電対
コンクリートの応力	有効応力計
コンクリートのひずみ	埋め込み型ひずみ計 無応力計
鉄筋の応力	鉄筋計

表-2 コンクリートの配合

セメント (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	呼び強度	配合強度 (kgf/cm ²)
256	143	778	1172 最大40mm	210	270

示していないが、ケース(1)およびケース(2)のC、E断面においても、ケース(1)D断面とはほぼ同じ温度履歴が得られている。これより、躯体径4mの深礎基礎において、高さ12mのコンクリートを1回で打設した場合と2回で打設した場合とでは、コンクリート温度上昇量はほぼ同じであると言える。

図-5は、ケース(1)のC断面における鉛直方向の応力の履歴である。コンクリート打設後10日程度の間は圧縮応力が生じ、その後、引張応力が生じている。これは、周囲の岩盤および支保工として用いた埋め捨てのライナープレートによる拘束のために、温度上昇時にはコンクリートの発熱により圧縮応力が生じ、温度下降時には引張応力が生じていると考えられる。引張応力の最大値は12.9kgf/cm²であった。なお、同図には、コンクリート応力の履歴とともに、前述の図-2-1、2に示される積算温度から圧縮強度を介して推定される引張強度の履歴も示しているが、コンクリートの発生応力は引張強度を下回っていることが分かる。

5. おわりに

以上、大型送電鉄塔基礎に用いられる円柱型構造物である深礎基礎におけるコンクリート温度、応力等についての計測結果の概要について述べた。なお、計測で得られたデータをもとに、FEMを用いた非定常熱伝導解析および温度応力解析を実施し、その結果と計測結果との比較、検討を引続き行っている。

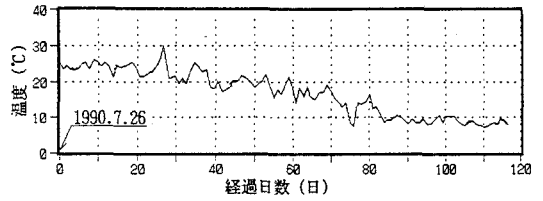


図-3 計測地点での日平均気温

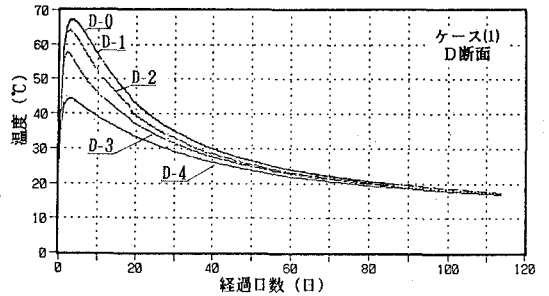


図-4-1 ケース(1)D断面での温度履歴

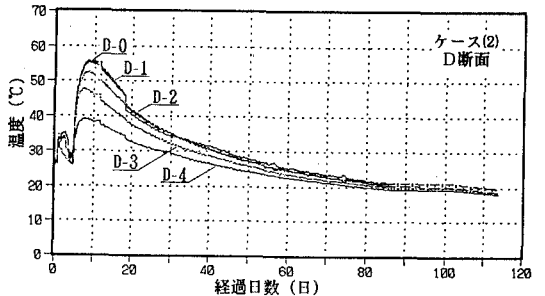


図-4-2 ケース(2)D断面での温度履歴

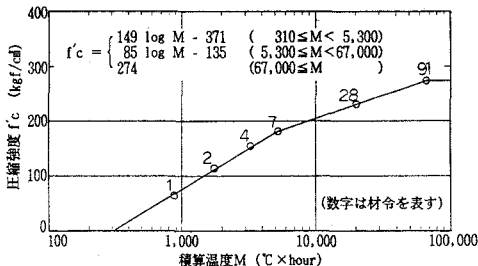


図-2-1 積算温度と圧縮強度の関係

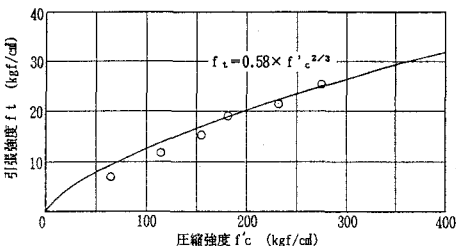


図-2-2 圧縮強度と引張強度の関係

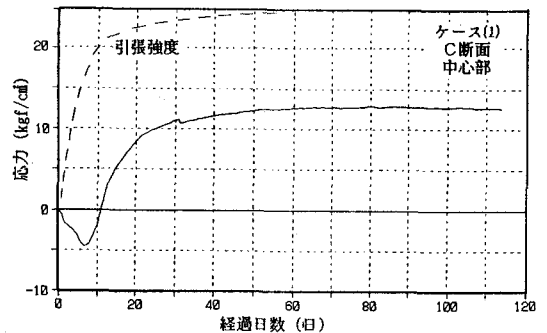


図-5 ケース(1)C断面中心部でのコンクリート応力履歴

参考文献 1) 岡村 甫: コンクリート構造の限界状態設計法, 共立出版, 1984