

V-368

杭に支持されたフーチングの温度応力計測

東京電力（株） UHV送変電建設所 正会員 ○坂本 洋
 東京電力（株） UHV送変電建設所 大内 幸夫
 東京電力（株） UHV送変電建設所 正会員 田邊 成

1. はじめに

基幹送電線の1000kV化に伴い、送電線鉄塔の基礎に作用する荷重が増大し、その形状も従来に比べ大型化している。そのため、マスコンクリートとして取り扱い、温度応力の管理をする必要性がある鉄塔基礎も生じている。今回、送電線鉄塔の基礎の施工に際し、温度ひびわれ対策として、中庸熱フライアッシュセメントを使用し、断熱養生を実施した。その効果の確認のため、フーチング（床板）内部に温度計・ひずみ計を埋設し、温度および温度応力を測定したので、その結果を報告する。また、温度応力解析を実施し、実測値との比較も行ったので合わせて報告する。

2. 施工および計測概要

対象鉄塔基礎は床板厚4m、床板幅12m、コンクリート量576m³の杭に支持されたフーチングである。今回、事前温度応力解析の結果、温度ひびわれ指数1.5以上を満足させるために、セメントを中庸熱フライアッシュセメントに変更し、エアバックを用いた断熱養生を実施した。施工概要を表-1に、コンクリートの力学的特性を表-2に、床板コンクリート内の温度計・ひずみ計設置位置を図-1にそれぞれ示す。

3. 計測結果および考察

図-2に測点A、Cの温度の経時変化を示す。この図から分かるように、床板表層部の測点Aの温度は、床板中心部の測点Cの温度がピークを迎えた後も安定している。また、シート内温度の最低値が5℃程度であるにも関わらず、温度低下がみられず、断面内の最大温度差も15℃以内に収まっており、エアバックを用いた断熱養生の保温効果であると考えられる。中庸熱フライアッシュセメントを使用することにより、床板コンクリ

表-1 施工概要

配合	セメント種類	スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位表(kg/m ³)		
					水	セメント	粗骨材*2
	中庸熱 フライアッシュセメント*1	12	42.9	38.6	147	343	484
供給	打設温度10℃ 輸送時間10分 平成7年1月30日午前7時から連続7時間で打設						
養生	コンクリート打設表面にエアバックを7枚敷き詰める*3 ビニールシートで覆い、シート内を10度以上に保つ（保温養生） 床板表面に5cm水を保つ（保湿養生） 打設から11日後型枠取り外し、15日後に埋戻し						

*1：コンクリート温度低減のため低発熱型セメント使用

*2：単位セメント量削減のため40mm骨材を使用

*3：温度勾配を抑制するため断熱養生。発泡スチロール養生相当

表-2 コンクリートの力学特性

材令 (日)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	静弾性係数 ($\times 10^5$ kgf/cm ²)	ポアソン比 ν
3	103	—	1.75	—
7	193	14.5	2.34	—
14	246	—	2.77	0.22
28	338	27.3	2.75	0.20
56	411	35.9	3.00	0.17

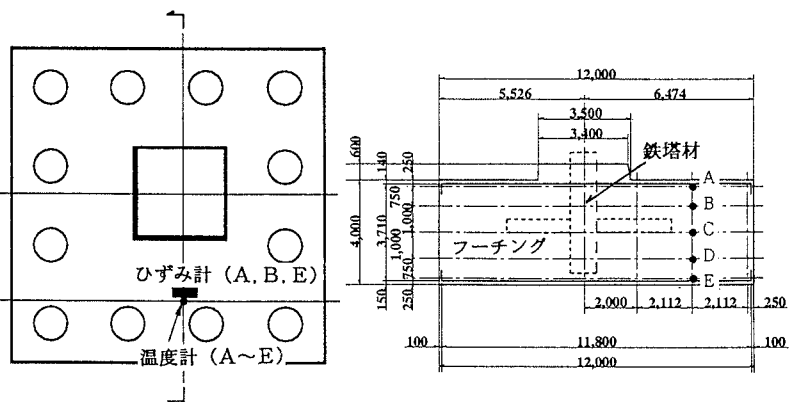


図-1 計測位置

ートの最高温度を 43°C (上昇量で 33.5°C)に抑制でき、温度上昇速度も緩やかになったと考えられる。

図-3に測点A, Bの温度応力の経時変化を示す。マスコンクリートの硬化時に発生する温度応力は、材令初期にコンクリート断面内に生ずる温度差により発生する内部拘束応力と、コンクリート温度低下時に体積変化を外部から拘束され発生する外部拘束応力がある。¹⁾

床板コンクリート表面の、測点Aの温度応力は材令15日までは 10 kgf/cm^2 以内に収まっており、温度ひびわれ指数も材令7日で2.4となっていることから、エアバック養生により内部拘束の低減効果が現れていると言える。しかし、15日以降はコンクリート温度低下による外部拘束が卓越し、温度応力が増大している。

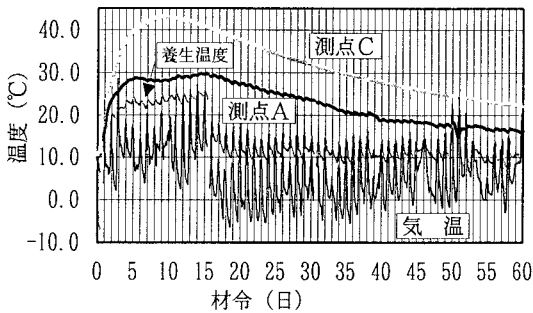


図-2 温度経時変化

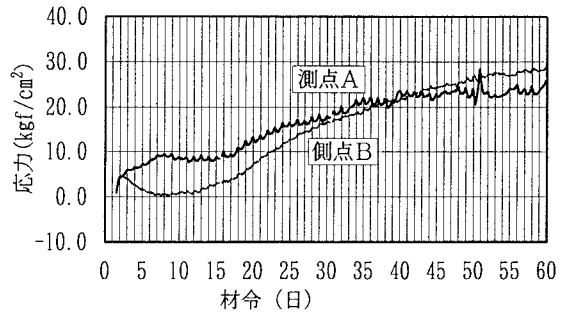


図-3 温度応力経時変化

施工の結果、材令60日を経過した時点で、床板コンクリート表面において温度ひびわれは確認されなかった。

4. コンクリート温度の解析値と実測値の比較検討

杭基礎における温度応力解析の妥当性を検証するため、現在、温度および温度応力の解析を実施中である。物性値を考慮し、表-3に示すような温度解析条件を用いて、温度解析を行った。図-4に測定断面での実測値との比較を示す。床板表層部での温度、温度降下等に差異があり、今後さらに逆解析を進める。

また、杭基礎における外部拘束度を検討し、温度応力解析も実施する。

5. まとめ

中庸熱フライアッシュセメントを使用し、エアバッグによる断熱養生を実施することで、杭に支持された送電線鉄塔基礎の床板コンクリート温度上昇量の抑制、断面内温度差の低減効果が確認され、温度ひびわれ防止対策として妥当性が検証された。

参考文献 1) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひびわれ制御指針、1986

表-3 温度解析条件

種類	物性値	
コンクリート	熱伝導率(kcal/mhr°C)	2.14
	熱容量(kcal/m³°C)	715
	断熱温度上昇	$Q(t)=33.5(1-e^{-0.433t})$
	上面の熱伝達率(kcal/m²°C)	5
	側面の熱伝達率(kcal/m²°C)	12
地盤	熱伝導率(kcal/mhr°C)	1.23
	熱容量(kcal/m³°C)	1279

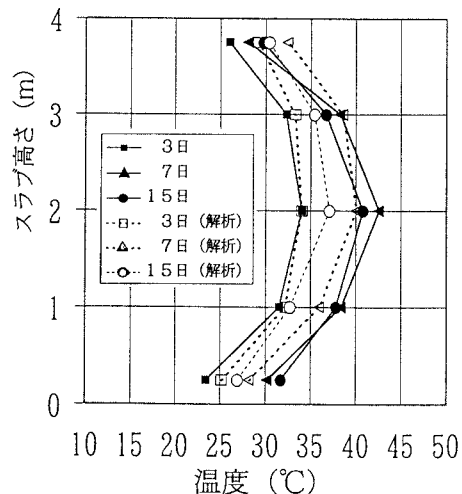


図-4 実測値と解析値の比較