

変電所機器基礎コンクリートのひび割れ対策

薄肉スラブコンクリートの温度ひび割れ対策の第一歩

Measures to Prevent Concrete Foundations of Substation Equipment from Cracking First Step of Countermeasures to Thermal Cracking of Thin Concrete Slabs

(中央送変電建設所 土木建築課)

変電機器基礎のコンクリートに発生する温度ひび割れ対策の一環として、愛知変電所(500/275kV)のガス絶縁開閉装置(GIS)の基礎コンクリートに低熱コンクリートおよび膨張コンクリート、普通コンクリートを打設し、ひび割れの発生状況やコンクリートの温度と応力等の観測、比較検討を行った。その結果、膨張コンクリートが温度ひび割れ発生防止に有効であることが確認でき同様の工事にも活用できる目途が立ったので紹介する。

(Transmission & Substation Construction Office,
Civil & Architectural Engineering Sec.)

Measurements and comparisons were made on the status of crack occurrences and stress vs temperature of concrete by using low-heat concrete, expansive concrete and ordinary concrete in the foundation of gas-insulated-switches (GIS) at Aichi substation (500/275kV) as a measure to prevent thermal cracking of concrete foundation of substation equipments. As a result, we were able to confirm that the expansive concrete does not develop thermal cracks and can be used for other similar constructions.

1 研究の背景

GIS等機器基礎は第1図に示したように、まず厚さ1mのコンクリート(1次コンクリート)を打設した後厚さ0.5mの2次コンクリートを打設する。

この様に分割施工する理由は以下である。

- a) 機器のベース金物の固定を1次コンクリートを利用して行った後、2次コンクリートを打設する。
- b) 機器アンカーの必要定着長が0.5mである。(2次コンクリートで機器の引抜きに抵抗する)
- c) 2次コンクリート打設時にケーブルダクトを形成する。

なお、今回ひび割れ制御の対象としたのは2次コンクリートで、平面的な大きさが10m×10m程であるのに対して厚さ0.5mと薄肉スラブコンクリートとなっている。

機器基礎にひび割れが発生すると、コンクリート内の鉄筋の腐食や、ひび割れに浸入した水の凍結融解によるコンクリートの著しい劣化が懸念される。

このような基礎に発生するひび割れは、1次コンクリートによる外部拘束応力によって発生したと考えられる。すなわち、打設されたコンクリートは、セメントの水和熱によって温度が上昇した後、外気への放熱

や接する地盤等への熱の伝導で温度は降下する。この温度変化に伴う体積変化が、何も拘束の無い自由な状態で起きればコンクリートに応力は生じないが、今回の様な基礎の場合既に打設された1次コンクリートとの間に付着、せん断抵抗力など(拘束)があるために応力(温度応力)が発生する。これが外部拘束応力といわれるものであり、打設された2次コンクリートが最高温度に達した後、降下する過程において引張力が生じ、これがコンクリートの引張強度より大きい場合にひび割れの発生となる。

このような温度ひび割れ対策の基本的な考え方は以下の3つである。

- a) コンクリートの温度上昇量を小さくする。
- b) コンクリートの温度降下時における収縮量を低減する。
- c) 発生する温度応力に対する抵抗力をコンクリートに付与させる。

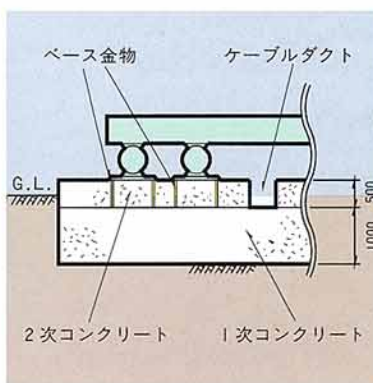
そこで、低熱コンクリートと膨張コンクリートを施工して、温度ひび割れ対策としての効果を確かめることにした。

2 低熱コンクリートおよび膨張コンクリートの特性

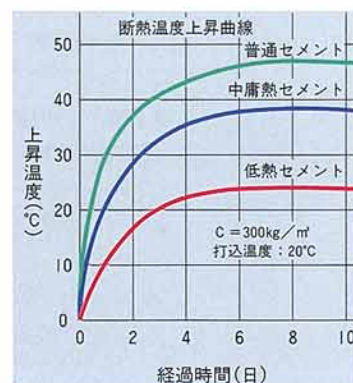
低熱コンクリートは低熱セメントを使用することに



GIS全景



第1図 GIS基礎断面図



第2図 各種セメントの発熱特性

より、コンクリート硬化時の温度上昇量を小さくし、発生する温度応力を小さくすることができる。その発熱特性は第2図に示すように今まで用いていた普通コンクリートの断熱温度上昇量より20℃程度低い。また比較的発熱量の低い中庸熱コンクリートと比較しても10℃程度低い。

また、普通コンクリートに膨張材を添加した膨張コンクリートはコンクリート硬化時に体積膨張を起こし、圧縮力がコンクリート内に発生する。その結果、温度応力による引張力に対する抵抗力を付与することができる。今回のように温度ひび割れ防止を目的とする場合、膨張材の添加量はセメント量の10%程度で、1㎡当り30kgをセメントと置換するかたちで添加した。

3 計器の設置状況

計器の配置状況を写真に示す。普通コンクリート・低熱コンクリート・膨張コンクリートを打設する3つのブロックに、温度計・有効応力計等を、各々同じように設置した。

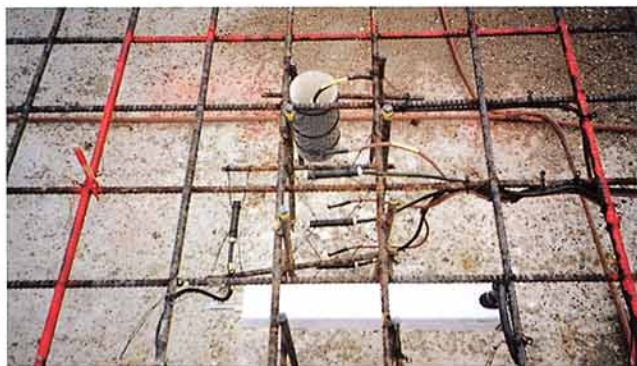
なお、第1表に打設時のコンクリート温度等を示す。養生方法は湛水養生で、その期間は7日間である。

4 ひび割れ発生状況

第3図に、打設17日後の各ブロックのひび割れ発生状況を示す。

普通コンクリートには既設変電所と同様な、温度ひび割れが発生しているのに対し、膨張コンクリートにはケーブルダクトの延長上に1本ひび割れが発生しただけであった。また、低熱コンクリートに発生した亀甲状のひび割れは、凝結時間の遅さに起因する表面ひび割れで、温度ひび割れとは異なるものと考えられる。

なお、これらのひび割れが発生した時期は打設後3日（普通コンクリート・低熱コンクリート）から14日（膨張コンクリート）であった。



計器設置状況

第1表 打設コンクリート品質一覧

打設順序	コンクリート	スラブ(m)	空気量(%)	コンクリート温度(℃)	打設時間	表面仕上終了
1	膨張コンクリート	10.0	3.4	27.0	9:00~10:20	15:30
2	低熱コンクリート	9.0	3.2	25.5	10:55~12:30	2:00(翌日)
3	普通コンクリート	9.5	4.4	27.0	13:45~15:30	17:00

5 計器の計測結果

1) 温度計測結果

第4図に各コンクリートの断面中央に設置した温度計の計測結果を示す。

これによると、普通コンクリートおよび膨張コンクリートの最高温度が約45℃であるのに対し、低熱コンクリートの最高温度は約35℃と10℃程度低く、低熱コンクリートの特性が確認できた。

2) 応力計測結果

第5図に各コンクリートの断面中央に設置した応力計の計測結果を示す。

普通コンクリートの計測結果については、打設後5日のところで発生引張応力が推定引張強度を超過している。

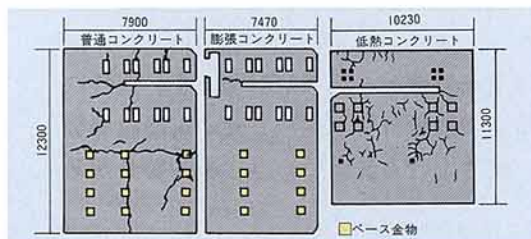
次に、膨張コンクリートでは打設直後に、普通コンクリートよりも6kg/cm²程度も多く圧縮応力が発生しておりこれがひび割れ防止に有効であったと思われる。

また、低熱コンクリートは、発生した引張応力が一番小さいが、強度の発現も遅いため初期の段階における引張応力に対する余裕が小さい。

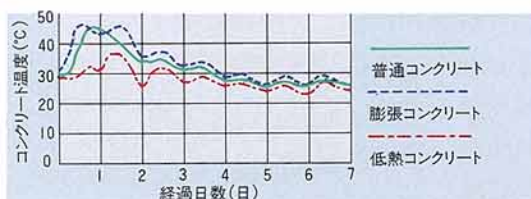
6 今後の課題

今回の成果から膨張材の添加が、ひび割れ対策として優れており、今後の同様の基礎に採用できる目途が立った。

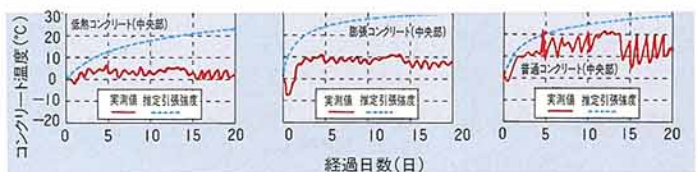
これからは、膨張材添加によるコストアップ（コンクリート単価の5~10%アップ）を低減させるために、より効果的な使用方法等について検討を進めていきたい。



第3図 ひび割れ発生状況図



第4図 温度計測結果



第5図 応力計測結果