

V-147 極低温の影響を受けるコンクリート基礎の温度とひずみの実測

フジタ工業・技術開発センター

正員 ○ 青景平昌 正員 石井武美 正員 鎌田正孝

1. まえがき

近年、コンクリート構造物が、極低温状態で用いられるなど、苛酷な温度条件のもとで使用されることが多くなっている。しかし、このような条件下でのコンクリート構造物の温度影響による挙動は、必ずしも明確でない。そこで、これを明確にするために、実際に使用される液体窒素貯蔵用タンク基礎(コンクリート)の温度とひずみを測定したので、本文ではその結果の一部と若干の考察について報告する。

2 使用材料

対象構造物の普通コンクリートおよび気泡コンクリートの配合と材料特性は下表の通り。

種類	W/C %	S/A %	W kg/m ³	C kg/m ³	S kg/m ³	G kg/m ³	kg/m ³	G ₂₈ kg/cm ²	E _c kg/cm ²
普通コンクリート	49.8	38.1	155	311	700	1217	ホソリク ⁵ 0.78	265	2.5×10 ⁵
気泡コンクリート	41.6	—	300	720	—	—	アリス粉末 0.15	46.2	—

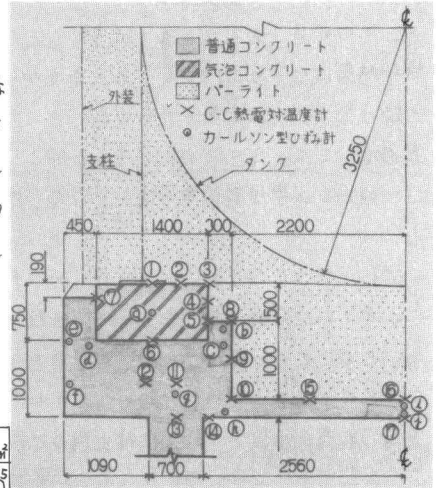


図-1 構造物断面および測点位置

3 計測方法

コンクリート基礎の形状は、図-1に示す断面の中心線を軸とした回転体で、測定は気泡コンクリートと普通コンクリートを対象とした。熱源はタンク内の液体窒素(-196°C)であり、タンクとコンクリート基礎の間には断熱材が充填されている、構造物の周囲は外気に接している。温度とひずみの測定にはC-C熱電対温度計とカールソン型ひずみ計を用いた。測点は図-1に示す位置に設けた1組(温度測点17点、ひずみ測点10点)の他に、測定値の信頼性を確認するため図-1に示した断面から約90°回転した断面に同一の測点配置をさらに1組設けた。測定は、昭和47年7月下旬の貯液開始と共に始め、初めの1週間(は2時間毎、その後11月まで1週間毎、以後半月毎)に行った。

4. 測定結果

温度の経時変化 貯液開始に伴い、タンク支柱底板に接するコンクリートに極低温の影響がまず現われ、図-2および図-3に示すように支柱底板に近い測点ほど早急に温度が低下した。各測点の温度は、測定開始後約50日で低下の度合を緩め、約100日ではほぼ平衡状態に入った。なお、その後の各測点の温度は外気温の変化に幾分影響を受ける程度で、おおむね約100日と同一温度を示している。

ひずみの経時変化 コンクリートのひずみの経時変化は図-4に示すように、温度の経時変化とはほぼ同じ傾向を示し、収縮ひ

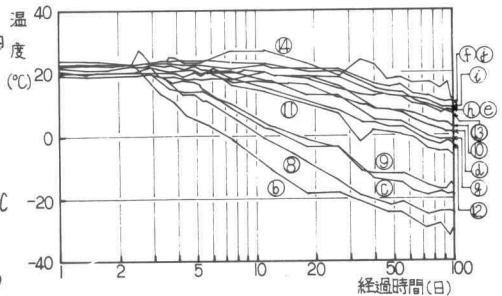


図-2 温度の経時変化(1)

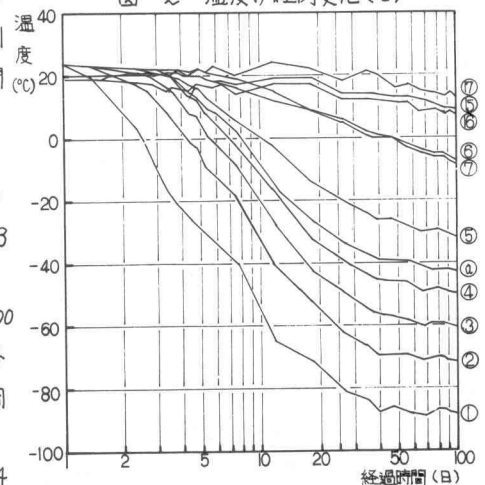


図-3 温度の経時変化(2)

ずみが発生した。最もひずみ変化が大きく現われたのは気泡コンクリート中央測点④下、例えば100日経過後、垂直成分 -1300μ 、円周方向成分 -1200μ となった。他の測点下は、温度の変化にほぼ比例した収縮ひずみの変化が現われたが、温度が平衡となるに従って、ひずみ変化も平衡となった。発生ひずみからみて、強度的な検討が必要とされるのは気泡コンクリートであろう。

5 考察

図-5は温度の経時変化がほぼ平衡状態に達した100日経過後の温度分布を示す。当時点で、外気に接する部分の温度は外気温(+12°C)にはほぼ等しかった。この図は、気泡コンクリート内部の温度勾配が普通コンクリートのそれより大きく、気泡コンクリートが設計通り断熱材として働いていることを示し、かつ、気泡コンクリート領域に温度応力が発生し易いことを示している。そこで、発生する温度応力の大きさを検討するために図-5の温度分布をもとに'FEM'によって数値計算を行った。計算にあたり、材料特性に温度依存性がないとし、気泡コンクリートと普通コンクリートの接触面に施工クリアランスが存在すると仮定し、かつ、普通コンクリート中の鉄筋を無視した。また、気泡コンクリートの材料特性値は文献より推定値を用いた。計算結果から、最大主応力がコンクリートの引張強度に相当する応力(圧縮強度の1/10)より大きくなる領域を、ひび割れ発生の危険度の高い領域として図示したのが、図-6である。また発生ひずみも計算したが、実測値の約1/2の収縮ひずみであった。この相異の原因は、解析上の仮定の不備と計測誤差の両者が考えられるが現時点での評価は可能でない。実測結果と計算結果の差を生ずる原因を明確にするため検討中であるが、材料の温度依存性の効果を計算に反映させることなどが有効であろうと考えている。

6 あとがき

今回は、コンクリート基礎が極低温の影響を受ける場合の温度とひずみを実測した結果と、それをもとに解析した結果の一部を報告した。測定結果の詳細および検討中の解析結果については、学術講演会において補足したい。

この研究にあたり、液体窒素貯蔵用タンクのコンクリート基礎に計器を埋設することを快よく許され、種々の便宜を与えられた日本酸素(株)設計部の各位 および実際に計測に御協力頂いたいわきセンター(株)の各位に厚く感謝致します。

* 白山和久 上村克郎 ; 気泡コンクリート(オーム社, 昭和39年)

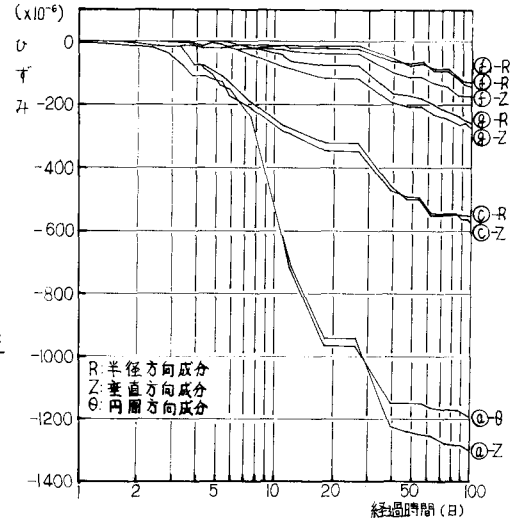


図-4 ひずみの経時変化

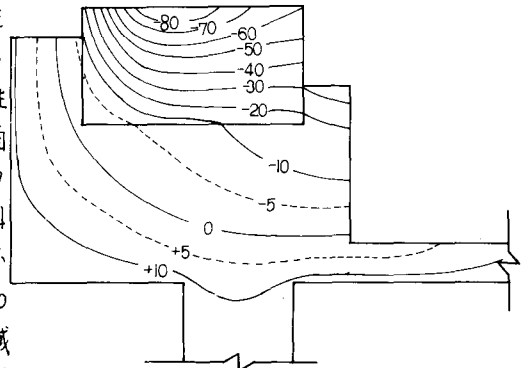


図-5 温度分布断面(100日経過後)

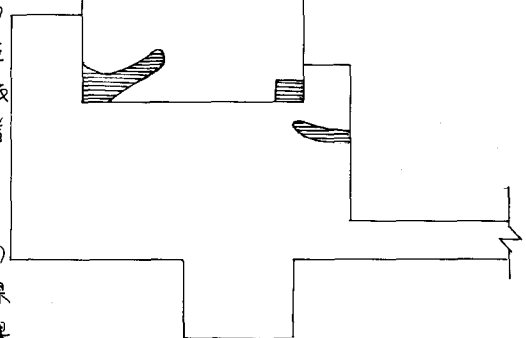


図-6 ひび割れ発生の危険度が高い領域