

榊熊谷組 正員 清水 昭男 正員 秦 昌樹
" 正員 伊藤 洋 正員○坂口 雄彦

1. はじめに

マッシブなコンクリート構造物における温度ひびわれについての研究は数多く行われ、その発生要因分析もなされているが、土木構造物において、日射のひびわれ発生に対する影響については明確にされていないように思われる。本報告は、壁体構造物が日射を受けた場合のコンクリート応力の変動に注目し、実構造物における実験および数値解析を行ってその影響度について検討したものである。

2. 実験概要

実験は、図-1に示すような壁厚0.7mの南北に長い壁体構造物において実施された。壁の打設は昭和59年9月22日午前10時から12時にかけて行われ、打設温度は27℃で型枠は厚さ12mmの木製型枠を使用している。使用セメントは普通ポルトランドセメントで、配合は表-1に示すとおりである。日射は隣接構造物の影になるため上面と西側側面の一部(図中斜線部①、②)に当る。計測は、同図の右側に示した計測断面図中の①、②、③の3点で温度を、②では有効応力計によりコンクリート応力を測定している。また、日射量の測定は壁体の上に設置したロビッチ自記日射計により行われた。

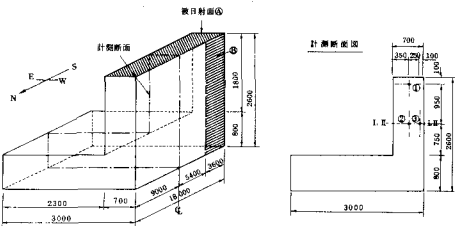


図-1 構造物の概要(単位:mm)

表-1 コンクリートの配合

呼び強度 (kgf/cm ²)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スラブ厚 (mm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
						W	C	S	G
21.0	25	15	1.2	55.0	49.0	198	360	854	1020

3. 解析方法

解析は温度解析・応力解析ともFEM解析によるが、温度解析においては、日射量を等価の外気温 t_e (相当外気温と称する)に換算して行う¹⁾。相当外気温 t_e は次のように表せる。 $t_e = t_0 + Asu \cdot J / \alpha$ 、ここに、 t_0 :外気温、 Asu :表面の日射吸収率($= 0.6$:明るい色のコンクリート)、 J :日射量($kcal/m^2h$)、 α :熱伝達率($= 10.0 kcal/m^2h^\circ C$)である。ここで、日射量 J はロビッチ日射計により測定された1日の日射総量 J_H より、上面①では $J_A = J_H / 1.2$ 、側面②では $J_B = J_H \cdot \cos h \cdot \cos(A - A') / \sin h$ として求める。ここに、 h :太陽高度、 A :太陽方位、 A' :垂直面方位、である。応力解析は、代表的な数日についてそれぞれ午前6時から12時までの外気温の上昇量、および上面①、側面②への日射による相当外気温の上昇量による応力増分を各々計算する。

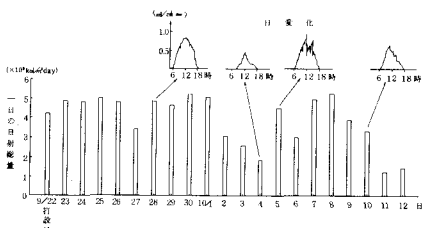


図-2 日射総量の変化

4. 結果と考察

実験および解析結果の代表的なものを以下に示し検討を加えることとする。まず図-2は、打設日より20日間の日射総量を示したものであるが、同図にはいくつかの日射量の日変化も併せて示している。図-3は、外気温の実測値とともに上面①上および側面②上に日射を考慮した場合の相当外気温を同時に示したものである。日射による相当外気温は外気温よりかなり大きくなっている。ここで、図-3に示した外気温、相当外気温を用いて温度解析を行い測点①、②、③の温度履歴を日射を考慮した場合とそれを考慮しない場合につい

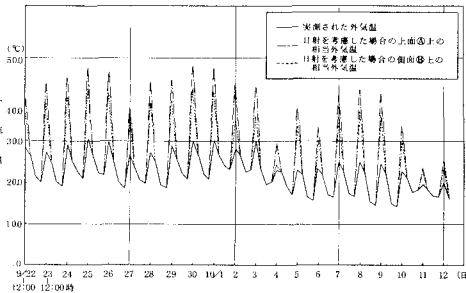


図-3 外気温の経時変化

て示したものが図-4である。これより、上面④、側面⑤に近い測点①、③では日射の影響により温度が上昇していることがわかるが、断面中心部の測点②ではその影響は小さくなっている。つぎに、こういった温度場において、測点②におけるコンクリート応力の実測値および解析結果を示したものが図-5である。応力は、一旦温度上昇に伴って圧縮となるが、温度降下によって引張側に転じる。また、それは12時から14時の間に最大となるような周期で日変化し、応力が急変しひびわれが発生したと考えられる材令8日以降は応力値、およびその日変化量共に大きくなっている。つぎに、側点②における材令6日(9/28)の午前6時から18時までに実測された応力変化と解析によって得られた外気温のみによる応力増分、および上面④、側面⑤への日射によるそれらを示した図-6に着目しよう。外気温および上面④への日射による応力変動は大きく、各々 1 kgf/cm^2 程度引張側に増加しているのに対し、側面⑤の日射の影響はほとんどみられないことが認められる。実測値と計算値はよく一致している。図-7、図-8は日射の影響度についてさらに詳しく調べるため、壁体長手方向中央断面および壁厚断面における応力増分分布を各々示したものである。これらより、長手方向の引張応力は外気温および上面④の日射によっては全体にほとんど様に増加するが側面⑤のそれによっては、側面⑤側のみで大きくなっていることがわかる。また、壁厚方向断面では、応力増分は中央部で引張側、被日射表面部では圧縮側となり引張応力は最大 5 kgf/cm^2 程度増加していることが判読できる。結局、全体的には側面⑤上の日射の影響を受けるI-I断面でII-II断面のそれより大きくなっている。このことは、実際、実験において材令20日以降にI-I断面付近で貫通ひびわれの発生が確認されており、十分納得できることである。

以上、温度ひびわれ発生における日射の影響について若干の検討を行ったが、外気温および日射による表面温度上昇による応力変化は、その変化が短時間であり、クリープによる応力緩和が小さいことも加って、 $2 \sim 5 \text{ kgf/cm}^2$ 程度の引張応力の増大を生む可能性があることが判明し、土木構造物においても日射の影響はひびわれ発生要因の1つとして無視できないことがわかった。

参考文献

- 1) 建築学大系 8, p.p.209~275, 1969

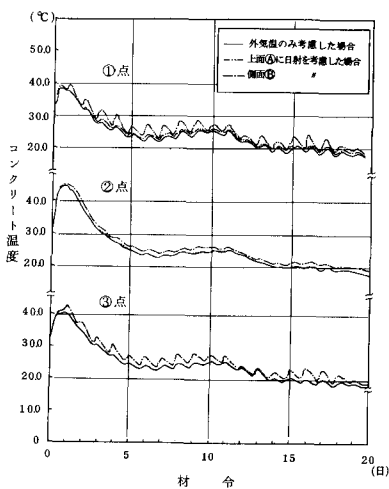


図-4 コンクリート温度の経時変化

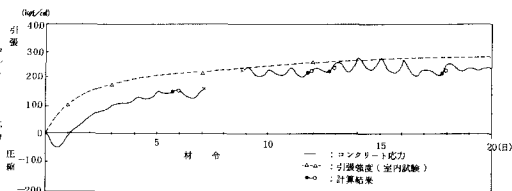


図-5 測点②におけるコンクリート応力の経時変化

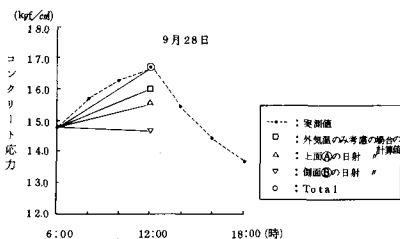


図-6 測点②におけるコンクリート応力の日変化

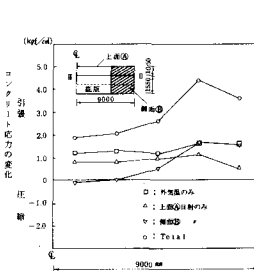


図-7 壁体長手方向コンクリート応力の増分分布

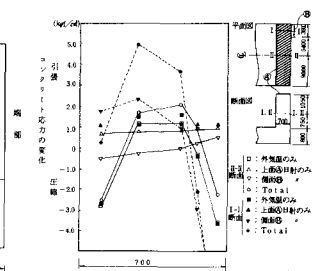


図-8 断面内コンクリート応力の増分分布