

V-180 クラック面を有するコンクリート構造体の温度応力および温度変形

名古屋大学大学院

学生会員

○今枝 靖典

東急建設土木技術研究所

正 会員

西岡 哲

名古屋大学工学部

正 会員

田辺 忠顕

第1章 序論

近年のコンクリート構造物は、大型化するばかりでなく、高強度構造材として利用されていることから、大断面富配合のRC部材となりがちである。この種の部材では水和熱に起因する温度応力によるクラック発生をいかに制御するかということが重要な課題となる。ひとたび温度クラックを発生させると、そのクラックは断面を貫通する場合が多く、コンクリート構造物の品質に有害な影響を及ぼすからである。

そこで本研究では、外部拘束の境界条件の明確な大型壁体モデル実験を行ない、温度、変形、応力などを計測し、全体挙動を明らかにする事を試みた。更に、そこで認められた現象を説明するためクラック界面に仮想バネを挿入し、はく離やクラック進展などを考慮し得るFEM温度応力解析手法を考案し、これを利用した解析の結果と実測値の対比から、温度応力の発生メカニズムなどについて考察を行なった。

第2章 壁体モデル実験

今回の壁体モデル実験は、図1に示すように拘束体としては断面が幅95cm×高さ1m、長さ15mの鉄筋コンクリートブロックを採用し、更に断面が幅30cm×高さ1m、長さ15mの被拘束体コンクリート(無筋)を拘束体上に打設し、打設直後から温度が定常状態となるまで温度、ひずみ、変位、すべりなどを試験体の各所で測定した。なかでも特徴的なことは、拘束体の底部に特殊なすべり機構を設け、地盤と拘束体とをほぼ完全に切り離すことにした事、高感度の変位計を64本使用し、長さ15mの試験体の微細な温度変形を経時的に測定した事である。なお二次元的な温度場を作るため、断熱材を側面に貼り付けて実験を行った。

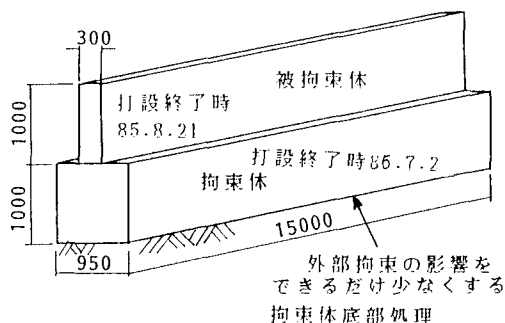


図1 供試体寸法

第3章 クラックを考慮したFEM温度応力解析手法

図2に示すようにすべり Δw 、クラック幅 Δd なるクラックに進展した要素を想定し、クラック界面間の水平、垂直方向にそれぞれバネ定数が K_h 、 K_v なる相直交する仮想バネを挿入したバネモデルを考える。そこで、クラック界面での変位不連続量 Δw 、 Δd をクラックひずみ理論に基づき、ひずみ量に換算する事により連続性を失わない手法が確立される。このためFEMによる温度応力の算定がクラックの発生いかに問わず行なえることが可能となった。

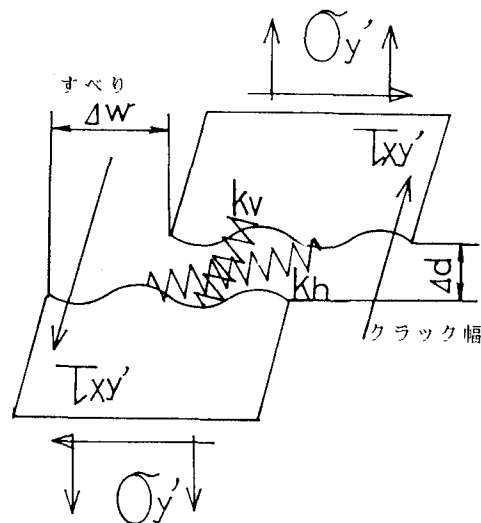


図2 バネモデル

第4章 解析値と実測値との比較、検討ならびに考察

本実験の目的は試験体の全体挙動を測定し、その変形と応力との関連がどのようになるかを実験的に明らかにする事である。全体的にこの目的は達せられているが、拘束体と被拘束体の境界面にはく離やすべりが熱変形によって生じた事、また被拘束体中央断面付近

熱変形によって生じた事、また被拘束体中央断面付近に縦方向の温度クラックが生じた事により、その挙動が一層複雑に影響しあった。しかし、境界面にはく離やすべりが生ずるような鉛直方向の曲げ変形を確認したのは本実験が初めてである。

変形は、図3より材令1日までに被拘束体が急速急激に膨張を行ない、横方向に伸びると同時に上に凸の曲げ変形をなす。以後被拘束体が急冷するにつれて収縮作用が働き拘束体と被拘束体とはく離を始めた。と同時に両拘束体の外的拘束が解放され上に凸の滑らかな湾曲変形から被拘束体は一気に収縮を行ない、かなり下に凸の曲げ変形に転じ、その後も徐々にその挙動を継続した。解析値は、実測値の1/2程度になっている。解析値が実測値と良く一致しない理由として材令1日までは、コンクリート打設後2～3時間の温度急増の挙動に大きく影響され、その間の線膨張係数の違いが大きいと思われる今後検討を進めたい。

応力は、試験体の端から全長の1/4 中心によった断面の応力を示した図4より材令2日あたりで、拘束体と被拘束体の境界面にはく離が生じた為、また試験体中央断面の応力を示した図5より材令3日あたりで、被拘束体中央断面付近に縦方向の温度クラックが生じた為、それぞれ応力解放がみられる。温度クラックは被拘束体の中層部から発生し、上、下に伝播貫通したことも確認された。全般的に解析値は実測値と一致しているが、中央断面の応力の類似性はより良好のように思われる。本研究では、打ち継ぎ面のはく離やすべりに対してバネモデルを適用し解析したものの、バネ定数が十分に解明されていないため未だそれらの影響をとらえきれていないようである。

第5章 結論

従来あまり考えられていなかった温度応力による鉛直方向変位（曲げ変形）がかなり大きくなり、それによる打ち継ぎ面のはく離やすべりが生じることが確認された。また、FEM解析において境界面のすべりを考慮しない場合には、実測挙動も十分に説明し得ない場合のあることが判明した。今後更に詳細な検討を続けたいと考えている。

参考文献

今枝；クラック面を有するコンクリート構造物の温度応力解析、土木学会中部支部 昭和61年度研究発表会講演概要集

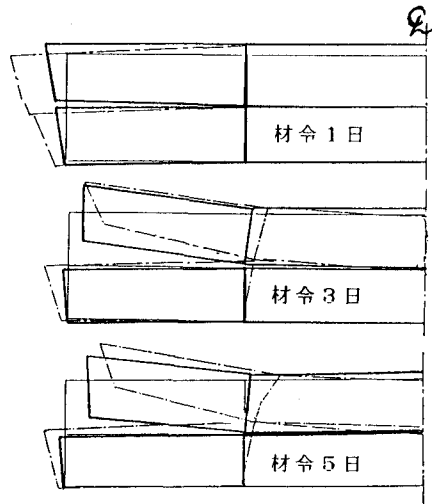


図3 変形結果

被拘束体上部
被拘束体部
拘束体上部
拘束体下部

実測結果

●印 解析結果

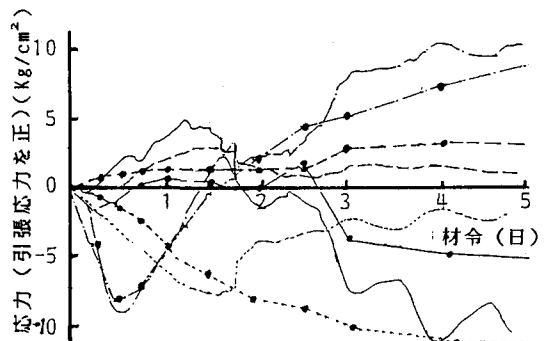


図4 応力の実測及び解析結果（試験体の端より全長の1/4 長さだけ中心によった断面）

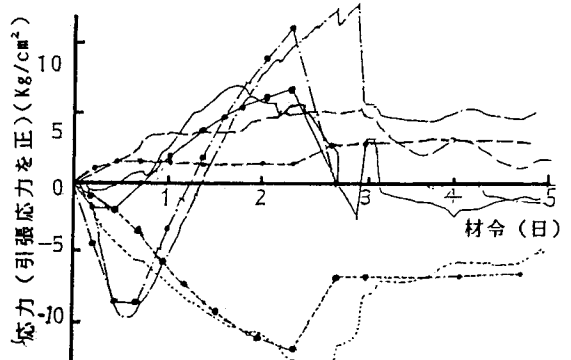


図5 応力の実測及び解析結果（中心断面）