

コンクリートのひび割れ抵抗性に関する基礎的研究

法政大学大学院 学生会員 ○小菅 望
 鹿島建設株式会社 正会員 井上 量介
 法政大学大学院 学生会員 綱島 隆将
 法政大学 正会員 溝渕 利明

1. 研究目的

コンクリートのひび割れは、コンクリート構造物の耐久性能を評価していくうえで重要な要因のひとつである。したがって、若材齢時のコンクリートの体積変化に伴う収縮によって生じるひび割れ、とりわけ温度応力によるひび割れをはじめとする初期ひび割れ発生の予測を行うことは、特に重要といえる。また、予測されたひび割れに対して適切な制御を行えるようにしていくことが重要である。

温度ひび割れは、理論上その部位に発生する引張応力が引張強度を超えた場合に生じる。ダムや長大橋梁基礎、タンク底版等のマスコンクリート構造物においては、セメントの水和発熱によって、コンクリート部材内部の温度分布が不均一になる場合や、温度降下時のコンクリート自体の収縮が地盤や既設コンクリートなどから拘束される場合に、ひび割れへと進展することがある。また、若材齢時のコンクリートの挙動に伴う初期欠陥には、自己収縮や乾燥収縮によるひび割れもある。

本研究は、若材齢コンクリートのひび割れの一要因であるセメントの水和発熱過程において生じる温度変化、乾燥収縮、自己収縮による体積変化に伴うひび割れの発生メカニズムを解明することを目的に、実構造物に生じるそれらの挙動を、室内でシミュレートする装置を用いてコンクリートの温度ひび割れ抵抗性に関する検討を行った。

2. 実験方法

恒温室内に設置された「Thermal-Stress Testing Machine (以後 TSTM と称す)」に供試体となるコンクリートを打ち込む。コンクリートは、凝結始発前から水和反応しているが、ひずみ測定用に埋め込んだ標点棒がコンクリートと同調するには、ある程度コンクリートが自立するまで待つ必要がある。そのため、試験開始は凝結始発時とし、コンクリート内部の温度、変位、コンクリート供試体に加えた荷重の測定を開始する。TSTM は、図-1 に示す任意の拘束度を与える拘束試験装置、および図-2 に示す無拘束試験装置から構成されている。本研究では、拘束度を 0.8、0.6、0.4 と変化させて実験を行った。また、各ケースにおいて埋込型ひずみ計を拘束供試体、無拘束供試体の各々に設置し、標点棒で計測されたひずみとの比較を行った。

本研究では低発熱・収縮抑制型高炉セメント B 種 (以後 MKCⅢ と称す) を用い、配合条件は同じものとした。

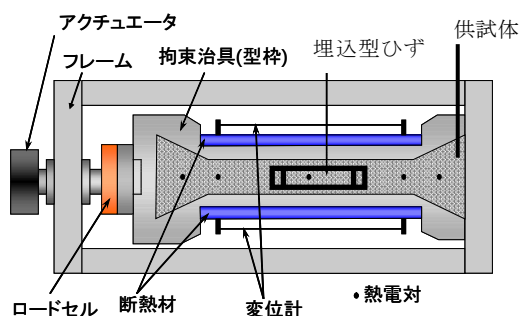


図-1 拘束試験装置

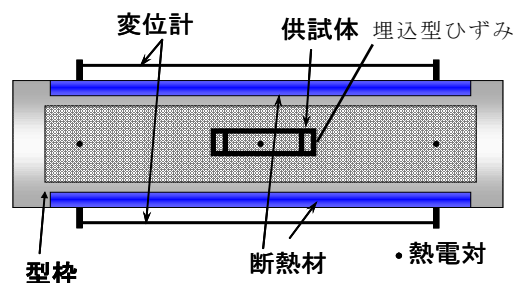


図-2 無拘束試験装置

キーワード TSTM 若材齢時コンクリート 引張強度 拘束応力

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 TEL042-387-6124

3. 試験結果

拘束度 0.8, 0.6 および 0.4 における応力履歴を図-3 に示す. TSTM および割裂引張強度試験で得られた引張強度と材齢の関係を図-4 に示す. また, 図-3 から拘束度とひび割れ指数の関係を求めたものを図-5 に示す.

一般的に拘束度が小さくなると, 発生応力が小さくなり, ひび割れ発生が遅くなると思われるが, 本研究では図-3 が示すようにそのような傾向が見られなかった. これまで得られた試験データが十分でないことから, その原因については明らかではないが, 試験データを蓄積することで明らかになっていくものと思われる.

一般的に割裂引張強度はコンクリートの引張強度を過大評価している可能性があり, 温度応力解析に割裂引張強度を用いた場合, 危険側の判断となる場合があることが懸念されているが, 図-4 より, 本試験の範囲では, 割裂引張強度はマスコンクリート部材を再現した TSTM により得られた引張応力とほぼ同等の値が得られた. このことから, 解析条件への割裂引張強度の使用は妥当であると推察される. ただし, いずれの結果も本研究の範囲内に限って考えられることであり, この点に関しては, 今後もデータを蓄積し検討していく必要がある.

図-5 より, ひび割れ発生時の指数は約 1.0 を示したことから, 拘束度条件に関わらず, コンクリートの引張応力が引張強度を超えたことによりひび割れが発生したと考えられる. ただし, 拘束度 0.8 では引張応力が引張強度に達する前にひび割れが生じる結果となった. また, 異なる拘束度条件下での試験を行い, 本試験結果の再現性の確認を行う必要がある.

4. まとめ

本研究では, TSTM を用いた試験及び割裂引張試験を用いて異なる拘束度条件下における温度ひび割れ抵抗性に関する検討を行った. その結果, TSTM により得られた引張応力と割裂引張強度がほぼ同等の値を示したことから, 割裂引張強度を数値解析に用いるのは妥当だと考えられる. また, 引張応力が引張強度に達したことでひび割れが生じた可能性があると思われる. 今後, さらに異なる拘束度条件下での試験を行い, 拘束条件が最大引張応力や破断材齢に及ぼす影響を明らかにする必要がある.

参考文献

- 1) R. Springenschmid: Thermal Cracking in Concrete at Early Ages, E&FN SPON Inc. pp.137-144, 1994

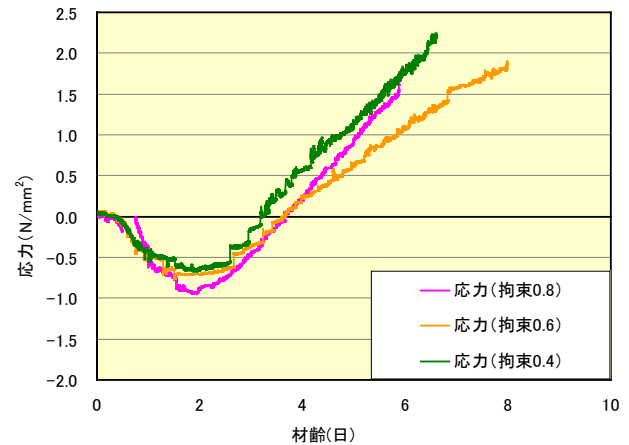


図-3 各ソースでの応力履歴

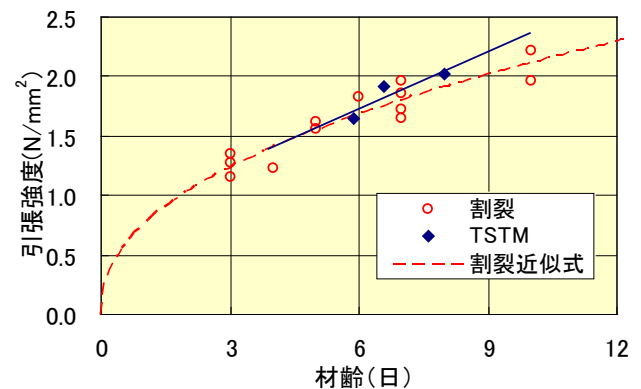


図-4 材齢と引張強度の関係

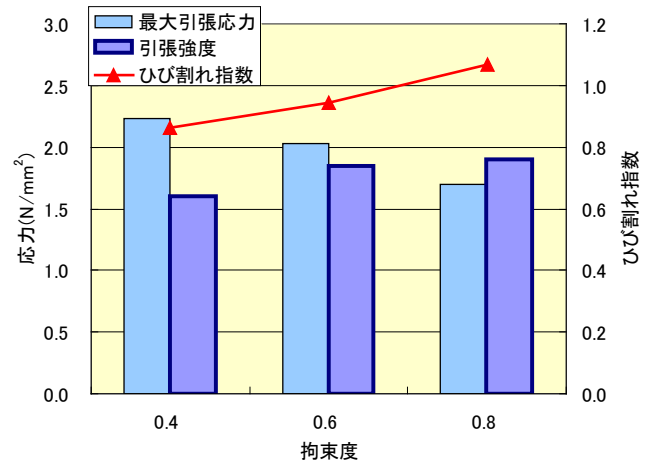


図-5 拘束度とひび割れ指数の関係