

(V-27) マスコンクリートの外部拘束効果とひび割れ解析

武蔵工業大学 学生会員 會田 八重
武蔵工業大学 正会員 吉川 弘道

1. はじめに

マスコンクリート構造物に発生する応力、ひび割れ制御に対する対策・処置は施工段階のみでは対応できない場合があるため、温度応力の発生メカニズムを的確に把握し、最適な設計を行うことが求められる。この温度応力を数値解析により予測する際にはコンクリートが受ける外部拘束作用をどのように考えるかが極めて重要となる。本研究はすべりを考慮した2次元FEM解析を行い、外部拘束応力を軸力・曲げ成分に分離することにより外部拘束効果を明らかにし、これによるひび割れを再現するものである。

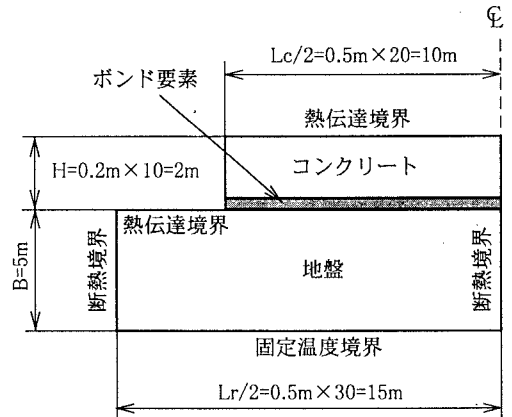


図-1 解析モデル

2. 解析条件

(1) 解析モデル：図-1に示すように地盤上に打設された無筋のマット基礎コンクリートを用いて、材令1000日までの2次元FEM温度解析および温度応力解析を行った。コンクリートの引張強度、圧縮強度および弾性係数は材令にともない変化するものとする。外気温、コンクリートの打ち込み温度はともに20℃で、地盤は表面温度が20℃、基部温度が15℃の線形分布とした。また、地盤とのすべりを考慮するためボンド要素を挿入した。

(2) 外部拘束応力算定法：本解析における外部拘束応力の算定方法を示す。表-1に示すように地盤の弾性係数 E_r (N/mm²)、ボンドのせん断破壊強度 f_s (N/mm²) について A, B, C3つのモデルを設定し、各々について応力解析を行った。各解析結果よりコンクリート断面の応力を用いて A-C を完全固着の外部拘束応力、B-C をすべりありの外部拘束応力とした。

さらにこれらの外部拘束応力は軸力成分 N (N) と曲げ成分 M (N・mm) に分離でき、この N と M は断面の応力を用いて以下のように求めた。

表-1 解析パターン

	地盤の弾性係数 E_r (N/mm ²)	ボンドのせん断破壊強度 f_s (N/mm ²)
A: 完全固着	$E_r = \infty$	ボンド要素なし
B: すべりあり	$E_r = 9.81 \times 10^3$	$f_s = 1.47$
C: 内部拘束	$E_r = 0$	$f_s = 0$

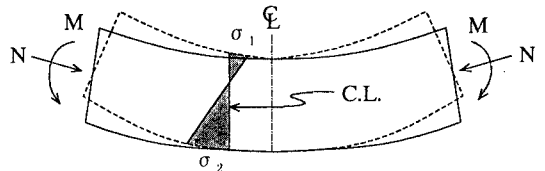


図-2 断面の応力

$$N = A_c \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}, \quad M = Z_c \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} A_c: \text{コンクリート断面積 (mm}^2\text{)}, Z_c: \text{断面係数 (mm}^3\text{)} \\ \sigma_1: \text{断面上端の応力 (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_2: \text{断面下端の応力 (N/mm}^2\text{)} \end{array} \right.$$

3. 解析結果

(1) 外部拘束応力：図-3にコンクリート断面中央の内部・外部拘束応力を示す。コンクリート側面から

の熱放出が自由端より80~100cm位の範囲に及ぶため、内部拘束応力は自由端より(1/20)Lc位までの部分を除き一定となった。すべりあり、および完全固着の外部拘束応力は、発生する応力の大きさは異なるがどちらも温度ピーク以降コンクリート中心から自由端へ向かって緩やかに減少している。すべりありの場合は自由端から(1/4)Lc位のところまで応力は負となった。これはすべりが生じているためと考えられる。

図-4に外部拘束応力の軸力成分(N/Ac)の分布を示す。すべりあり、および完全固着の軸力成分は、大きさは異なるがどちらも温度ピーク以降コンクリート中心から自由端へ向かって緩やかに減少し、すべりありの場合は自由端から(1/4)Lc位のところまで負となった。曲げ成分は自由端より(1/4)Lc位まではある程度発生したが、中心に行くに従って減少した。また、軸力成分に比べて非常に小さかった。

(2) 温度ひび割れ: 図-5にBモデルにおける材令35日のひび割れを示す。自由端上部のひび割れは材令2日目に発生、中心部のひび割れは材令35日目に発生し、これは貫通ひび割れとなった。材令2日に発生したひび割れは内部拘束応力が卓越したことにより発生したと考えられる。また、このひび割れはすべりを考慮した場合に顕著にみられた。材令35日に発生したひび割れは図-3を見ても明らかなように外部拘束応力が卓越したことにより発生したと考えられる。

4. まとめ

外部拘束応力は軸力成分が支配的であり、曲げ成分は小さいことが分かる。また、この外部拘束応力は界面におけるすべりの影響を強く受ける。

内部拘束応力が卓越したことにより発生したひび割れは中心部に発生することはない、逆に外部拘束応力が卓越したことにより発生したひび割れは中心部に発生し、このひび割れは高さ中央から発生することもある。

「謝辞」

本研究にあたり、(株)トータル・インフォメーション・サービスの金刀督純氏に御指導を頂きましたことを深く感謝いたします。

<参考文献>

材料非線形汎用コード Total-NATM v3.3 : 理論マニュアル, 1995年

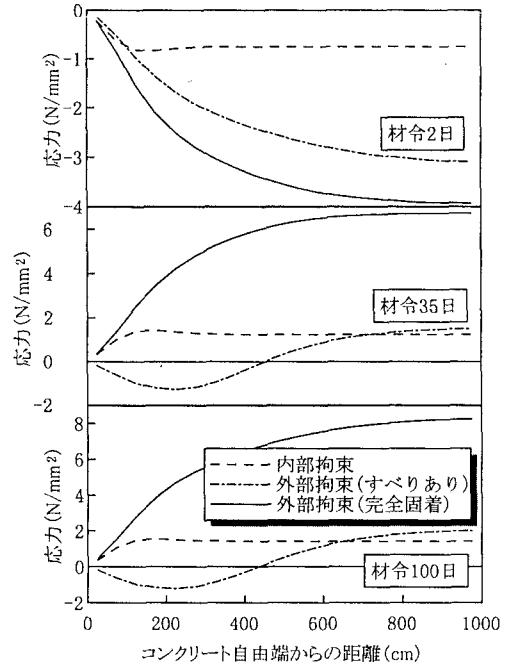


図-3 内部・外部拘束応力図(断面中央)

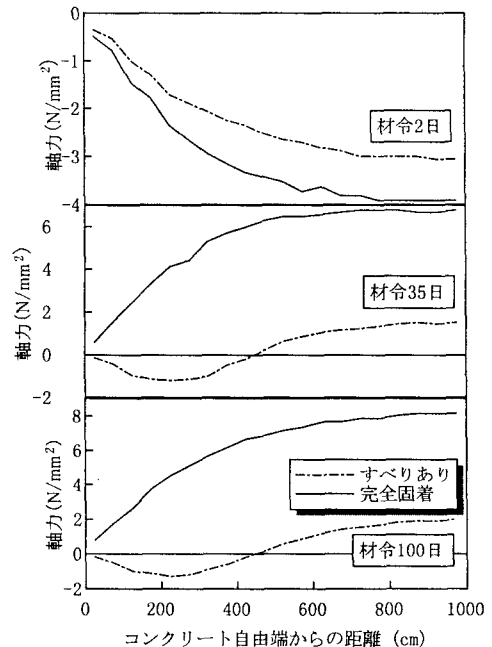


図-4 軸力(N/Ac)図

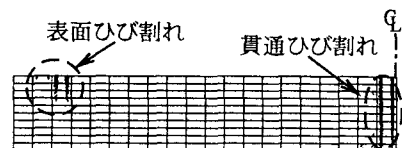


図-5 ひび割れ図(材令35日)