

RC 床版内部水平ひび割れの発生メカニズムに関する一検討

岩手大学工学部 学生員 ○小松代 亮磨
岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二
岩手大学工学部 正会員 大西 弘志
岩手大学工学部 正会員 出戸 秀明
岩手大学大学院 学生員 清水 則善

1. はじめに

RC 床版の輪荷重による疲労に関する研究はこれまでに数多くなされている。床版の疲労損傷の進展メカニズムは明らかにされているといわれているが、全ての事象が解明されているわけではない。特に床版内部の水平ひび割れ (図 1) についてはその発生と進展が床版の剛性を大幅に低下させるにもかかわらず、その発生時期や進展過程は明らかになっていない。そこで、本研究では床版内部の若材齢時のコンクリートの収縮ひずみに着目した解析を行い、これが床版内部の水平ひび割れ発生に関係する可能性があるのかどうかの検討を行った。

2. 解析概要

本研究では、コンクリート打設後に発生する収縮等に伴う局所的な鉛直方向のひずみに着目し、解析による検討を行うことにした。使用した汎用ソフトは ASTEA MACS であり、RC 床版の部分モデルを構築して温度応力解析を行った。図 2 に今回使用した解析モデルの概要を示す。長さが 1200mm、幅が 460mm、厚さが 150mm、主鉄筋 D16 を圧縮側には 200mm 間隔で、引張側には 100mm 間隔で配置した。解析に用いたコンクリート配合を表 1 に、解析に使用した物性値を表 2 に示す。セメントには早強ポルトランドセメントを想定した解析を行っている。コンクリート及び鉄筋はソリッド要素でモデル化し、計算自体は図 2 に示すモデルの対称性を勘案して 1/4 モデルで行った。境界条件としては試験体の対称面は断熱状態にし、面に対して垂直方向に拘束を与えている。残りの側面はメタルフォーム (熱伝導率: 14W/m²C) で、上面は外気 (熱伝導率: 14W/m²C) に触れている状態として扱った。

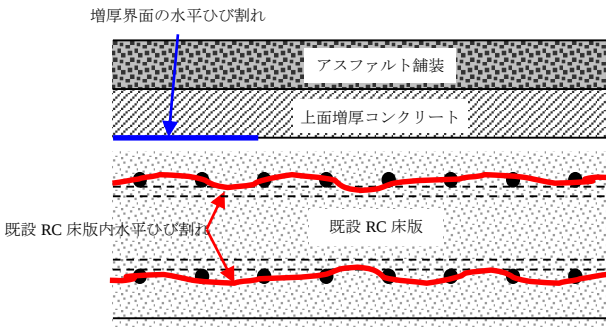


図 1 RC 床版内の水平ひび割れ¹⁾

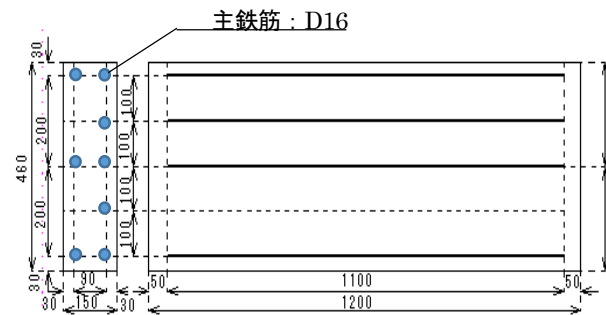


図 2 RC 床版モデル 単位: mm

表 1 コンクリート配合

粗骨材の最大寸法 (mm)		スランプ (cm)		空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)
20		18±2.5		4.5	43.3	48
単位質量 (kg/m ³)						
水	セメント	細骨材	粗骨材	膨張材	減水剤	AE剤
160	370	861	1031	0	1.665	0.37

表 2 解析物性値

項目	コンクリート	鉄筋
熱伝導率 (W/m ² C)	2.7	51.3
密度 (kg/m ³)	2400	7850
比熱 (kJ/kg ² C)	1.15	0.47
初期温度 (°C)	20	20
ヤング率 (N/mm ²)	$\phi \times 6300 \times f'_{ck}(t)^{0.45}$ ²⁾	2.00E+05
圧縮強度 (N/mm ²)	$\{ (t/(a+bt)) \} \times d(i) f'_{ck}$ ²⁾	605
引張強度 (N/mm ²)	$0.44 \times f'_{ck}(t)^{1/2}$ ²⁾	605
ポアソン比	0.195	0.3
線膨張係数 (10 ⁻⁶ /°C)	10	10
収縮ひずみ (×10 ⁻⁵)	$[1 - \exp \{-0.108(t-t_0)^{0.56}\}] \times \epsilon'_{sh}$ ²⁾	

キーワード: 水平ひび割れ, 乾燥収縮, RC 床版, FEM 解析

連絡先: 岩手大学工学部 社会環境工学科 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5 TEL/FAX.019-621-6437

3. 解析結果

(1) 温度の分布状況

図3に打設24時間後の温度分布の算出結果を示す。この図からモデル内部と外気温に近い部位との温度差が確認できる。図4には図3に示す着目部位L・C・R（L・Rは主鉄筋表面から-X軸方向に1mm離れたコンクリート要素）の温度時刻歴である。圧縮側主鉄筋近傍に着目したのは既往の研究から水平ひび割れの発生が圧縮側主鉄筋付近で確認されているためである。型枠から221mmに位置するLと型枠から115mm離れているCはほぼ同じ推移をしており、型枠から21mmほど離れているRは外気温の影響から水和発熱による最高温度がL・Cに比べて低くなっていることが認められる。そこで解析モデルの水和発熱温度と各軸方向のひずみとの関係を検討することにした。

(2) ひずみ時刻歴の結果

図5は着目部位L・C・Rのひずみ時刻歴であり、図5(a)、図5(b)はY軸方向及びZ軸方向の結果である。図5(a)の結果から、材齢14日でそれぞれL:105 μ 、C:97 μ 、R:86 μ であり、水和発熱温度の高い解析モデル中心部から引張ひずみが大きくなっていることが確認できる。対して図5(b)からZ軸方向ひずみは、材齢14日でそれぞれL:312 μ 、C:-18 μ 、R:312 μ であることがわかる。これはコンクリートのZ軸方向のひずみは水和発熱温度に依存せず、主鉄筋によりコンクリートの収縮が拘束されたために引張ひずみが発生している可能性が考えられる。

4. まとめ

本研究の解析から、既往の研究から水平ひび割れの確認されている主鉄筋近傍に鉛直方向の引張ひずみが発生することが分かった。またコンクリート内の引張ひずみは、主鉄筋方向は水和発熱温度に大きく依存するのに対して、鉛直方向は主鉄筋の有無が関係する可能性が認められた。

参考文献

- 1) 鎌田敏郎ほか：各種道路橋床版における疲労損傷の非破壊検査システムに関する研究開発，新道路技術会議研究報告書，2010.3
- 2) 土木学会：2007年度制定コンクリート標準示方所〔設計編〕，丸善，2008.3

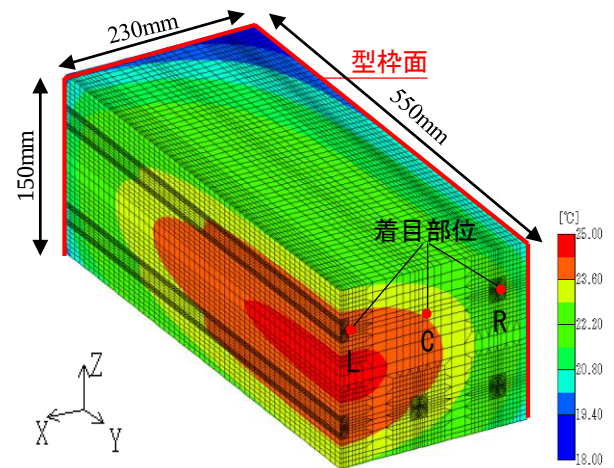


図3 打設24時間後の温度分布

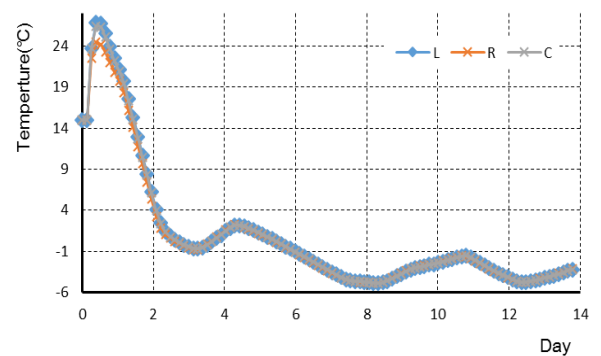
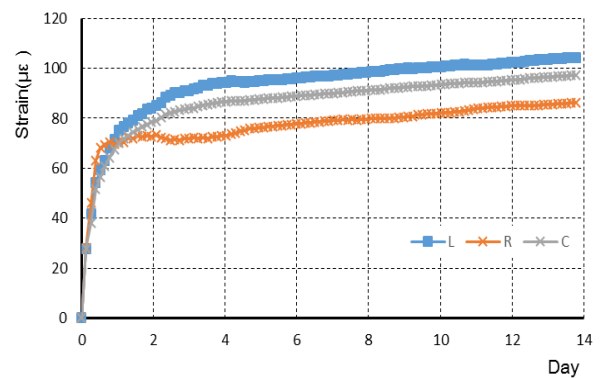
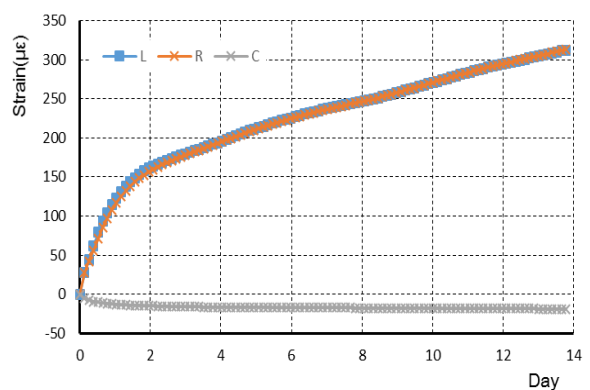


図4 温度時刻歴



(a) Y軸方向



(b) Z軸方向

図5 ひずみ時刻歴