

CS-147 RC カンチレバーデッキ表面におけるひび割れ挙動に関する三次元 FEM 解析

日本工営(株) 正会員 中野 雅章

日本工営(株) 正会員 師 自海

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の設計におけるひび割れについての検討は、ひび割れ幅に着目するものであり、適切な配筋を決定することが主目的である。ただし、複雑な応力下にある構造物では、より詳細な検討が必要となってくる。本稿は、最近ある RC カンチレバーデッキ表面において発生した過剰なひび割れについて検討する目的で行なった三次元 FEM 解析結果について記すものである。

2. 三次元ひびわれ解析モデル

本研究では「破壊エネルギー解放率に基づく RC ひび割れ解析モデル」⁽¹⁾に基づき、以下の仮定の下で三次元ひび割れ解析を行なった。ひび割れは図 1 に示すように、面内および面外で一応力点において最大三本まで発生するものとし、Dahlblom ら⁽²⁾の定義する等価長さをを用いた領域で分布ひび割れとして扱った。ひび割れ発生後は要素を遷移状態にあるものとし、ひび割れによる剛性の低下を表現する。

3. RC カンチレバーデッキ表面におけるひび割れ挙動

図 2 に一本の柱により支持された RC カンチレバーデッキの概略図を示す。構造物の対称性を考慮して数値解析モデルは 1/4 モデルとした。図 3 に数値解析モデルおよび解析ケースを示す。想定したケースは図 3 中に定義した四種類の異なるスパン比の下で幅員以外はすべて同サイズとし、荷重はカンチレバーデッキおよびスラブの自重のみとした。また、鉄筋量は構造物全体の 3%、6% の 2 種類を想定した。

4. 結果および考察

死荷重下ではひび割れは RC カンチレバーデッキ表面 15cm の深さにおいてのみ進展した。ひび割れは図 4 に示すように、スパン比に応じて以下の二種類の進展状況を示した。

4.1 小スパン比：Case 1 ($L/B=1.2$) & Case 2 ($L/B=1.6$)

ここでは Case1 についてののみ言及する。ひび割れはまずデッキ表面の中央および自由端付近でほぼ同時に発生し、デッキを横断して橋軸方向に平行な微小なひび割れが進展する（図 4(a)）。また、小スパン比であることからそれらに交差するひび割れも発生する。図 5(a)はひび割れ発生により解放された破壊エネルギーと死荷重の関係を示したものである。両者のほぼ線形的な関係は小スパン比におけるひび割れ進展挙動は安定であることを示している。本ケースのように小スパン比を持つ場合、図 6(a)に示すように引張領域内ではひび割れ発生に伴う急激な応力再分布は起こらないため、各ひび割れは相互干渉せずに安定に進展する。さらに構造全体に及ぼす影響を検討するため、図 7(a)内に示す曲げ剛性と死荷重との関係を記した。初期のひび割れ進展時において剛性の増大が見られるが、これはひび割れを有するコンクリートと鉄筋の相互作用によるものである。これらの結果から、本ケースにおいては、死荷重によるひび割れの進展は構造物に過度に有害な影響を与えることはないといえる。

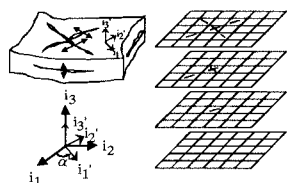


図 1 三次元ひび割れ解析モデル

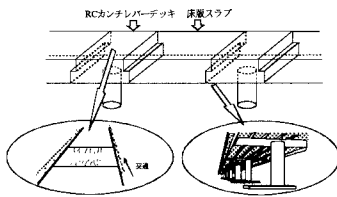


図 2 RC カンチレバーデッキ概略図

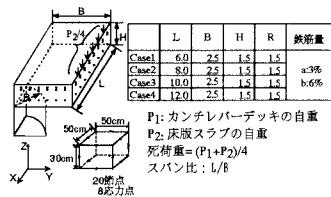


図 3 数値解析モデルおよび解析ケース

キーワード：RC カンチレバーデッキ、ひび割れ解析、破壊エネルギー

〒300-1259 茨城県稲敷郡埴崎町稲荷原 2304 電話 0298-71-2032 FAX 0298-71-2022

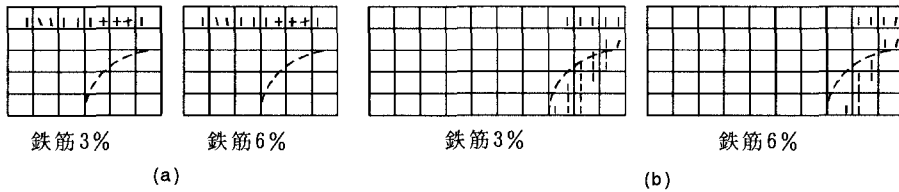


図4 死荷重下におけるひび割れ発生状況図

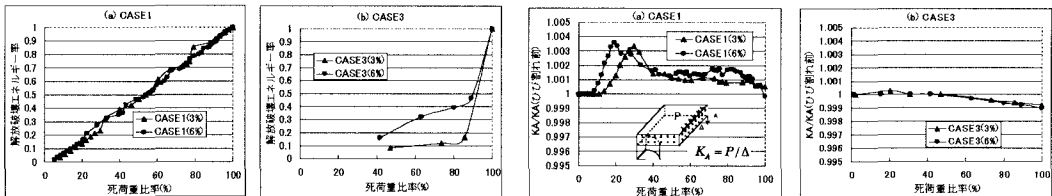


図5 解放破壊エネルギー—荷重関係

図7 曲げ剛性—荷重関係

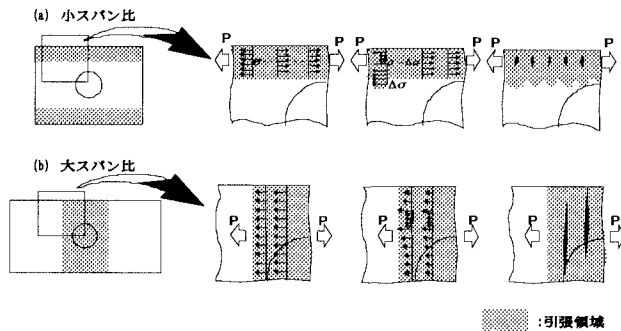


図6 ひび割れ進展メカニズム概略図

4.2 大スパン比：Case 3 (L/B=2.0) & Case 4 (L/B=2.4)

ここではCase3についてのみ言及する。スパン比が大きくなると、横断方向の曲げ剛性は橋軸方向に比べて明らかに低下するためひび割れは図4(b)に示すようにデッキ表面中央部に集中する。そして、橋軸方向に進展するひび割れが卓越し、急激に大きなひび割れが形成される。解放された破壊エネルギーと死荷重の関係は非線形関係であり、全死荷重が載荷される直前にはひび割れ進展に伴う急激な破壊エネルギーの解放が見られる(図5(b))。図6(b)にこのような不安定なひび割れの進展メカニズムを示す。大スパン比を持つRCカンチレバーデッキにおいては、ひび割れ発生による解放応力は周辺の引張領域内に伝達されるため、それが直接次のひび割れ発生および進展を誘発する。また図7(b)に示すように、本ケースではひび割れに起因して曲げ剛性は明らかに低下する。特筆すべきは、このようなひび割れの進展状況は鉄筋量に依存しないことである。

5. まとめ

RCカンチレバーデッキにおけるひび割れ挙動に及ぼすスパン比の影響評価を行なった。その結果、四種類の異なるスパン比において、ひび割れは二種類の進展状況を示した。小スパン比においては、ひび割れは微細で安定な進展となるが、大スパン比において発生した大きな連続するひび割れは、耐久性の低下、過大な変形等を招く可能性がある。このような過剰なひび割れの発生を回避するためには構造形式についての再検討が必要と思われる。

参考文献：

- (1) Shi, Z. and Nakano, M.: Three-dimensional finite element analysis on crack behaviors of RC cantilever decks, Accepted for publication in the special issue of *Int. J. Construction and Building Material*, 1999
- (2) Dahlblom, O. and Ottosen, N. S., Smeared crack analysis using generalized fictitious crack model, *Journal of Engineering Mechanics, ASCE*, 1990, 116(1), 55-76.