

RC はりの斜め引張破壊分岐経路誘導解析におけるひび割れ進展

清水建設技術研究所 正会員 長谷川 俊昭

1. はじめに

通常の解析では曲げ引張破壊するRC はりの基本経路について分岐点での固有値解析から得られる固有モードを摂動とした分岐経路誘導解析を行なうことによって斜め引張破壊のメカニズムを再現できることが示されている¹⁾。RC はりの斜め引張破壊実験²⁾では斜めひび割れが最終的に曲げ圧縮部へ突き抜けていくポストピーク領域の崩壊過程が観察されるが、本論文では分岐経路誘導解析におけるそのようなひび割れ進展と崩壊過程の再現性について考察する。

2. ひび割れ進展状況

図-1は解析ケース K03¹⁾のせん断応答であり、図-2～7は解析対象の実験²⁾で観察されている各せん断力荷重レベル $V/V_{\max}$ ($V_{\max}$ は最大せん断耐力) のひび割れ状況を対応する解析結果と比較したものである。解析は最大せん断耐力の96%までの実験のひび割れ進展状況を非常に良好に再現でき

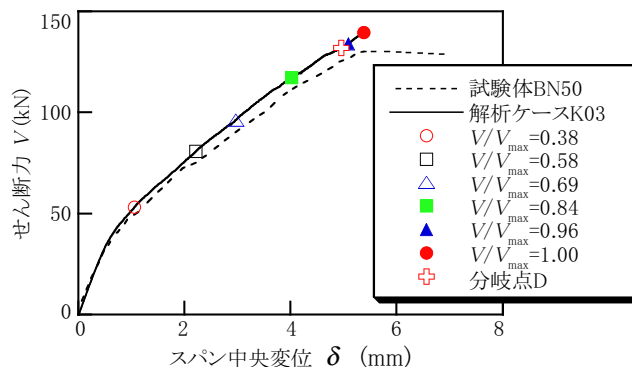
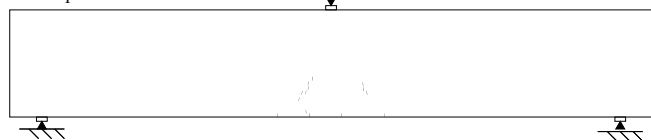
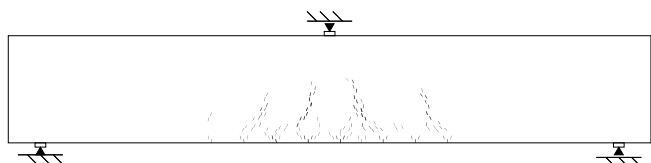
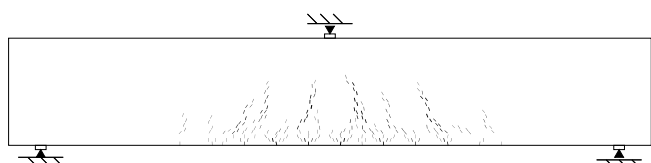
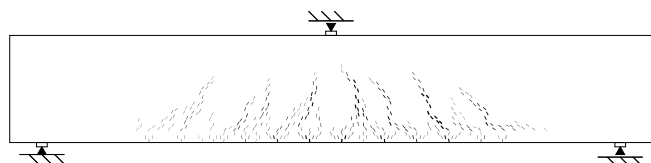
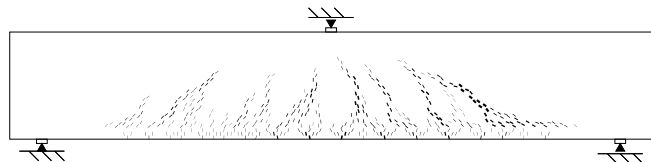
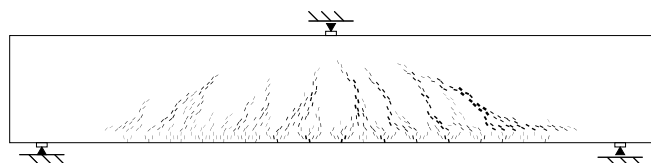


図-1 せん断応答

— : $\varepsilon_1 = 0.02$ 図-2 解析と実験におけるひび割れ状況の比較 ($V/V_{\max} = 0.38$)図-3 解析と実験におけるひび割れ状況の比較 ($V/V_{\max} = 0.58$)図-4 解析と実験におけるひび割れ状況の比較 ($V/V_{\max} = 0.69$)図-5 解析と実験におけるひび割れ状況の比較 ($V/V_{\max} = 0.84$)図-6 解析と実験におけるひび割れ状況の比較 ($V/V_{\max} = 0.96$)図-7 解析 ($V/V_{\max} = 1.00$) と実験の最終ひび割れ状況との比較

キーワード：鉄筋コンクリート，斜め引張破壊，斜めひび割れ，崩壊過程，分岐経路誘導解析，有限要素破壊解析
〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03-3820-6960 FAX 03-3820-5955

ていることがわかる。実験では $V/V_{\max}=0.96$ 以後 $V_{\max}$ を経てポストピーク領域に至る崩壊過程において斜めひび割れが曲げ圧縮部へ突き抜けているが、解析では分岐点 D から斜めひび割れモードへ分岐誘導されてその後の分岐後経路追跡によって最大せん断耐力からポストピーク領域に至る挙動が計算できたにもかかわらず、斜めひび割れは不安定伝播せず曲げ圧縮部へ突き抜けることがなかった。

3. 応力-ひずみ応答

解析における斜めひび割れの進展メカニズムを検討するために、図-8に示した斜めひび割れ内と軸方向ひび割れ内のコンクリートの有限要素を選定してその応力-ひずみ応答を調査した(図-9~15)。比較のために曲げひび割れの応答(図-16)も示した。検討の結果、i) 最大主応力の軟化残留応力レベルが比較的高くひび割れ面の開口抵抗力が残存している；ii) 応力とひずみの主軸回転角度の差が大きく斜めひび割れ面でのせん断伝達が小さい部分がある；iii) 軸方向ひび割れは付着割裂作用ではなく鉄筋から伝達される付着せん断力によって引き起こされるため鉄筋軸方向に対して大きな傾斜角度を持つ、などが明らかになり、これらの要因も斜めひび割れが曲げ圧縮部へ突き抜けるのを妨げている原因として考えられる。

4. まとめ

RC はりの斜め引張破壊分岐経路誘導解析において斜めひび割れが実験で観察されるように曲げ圧縮部へ突き抜ける崩壊過程を再現できない要因を検討した。

[参考文献]

- 1) 長谷川俊昭：分岐固有値解析に基づくRC はりの斜め引張破壊経路への分岐誘導，土木学会第66回年次学術講演会講演概要集，V-095，pp.189-190，2011年。
- 2) Podgorniak-Stanik, B. A.: The influence of concrete strength, distribution of longitudinal reinforcement, amount of transverse reinforcement and member size on shear strength of reinforced concrete members, University of Toronto, 1998.

図-8 解析における最終ひび割れ状況と検討する有限要素

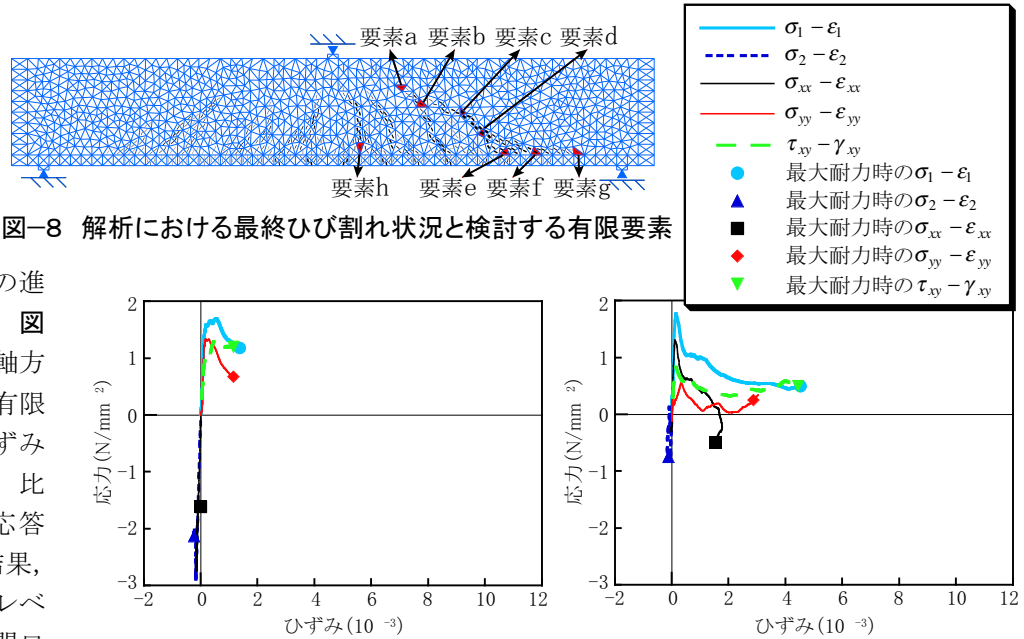


図-9 要素 a の応力-ひずみ応答

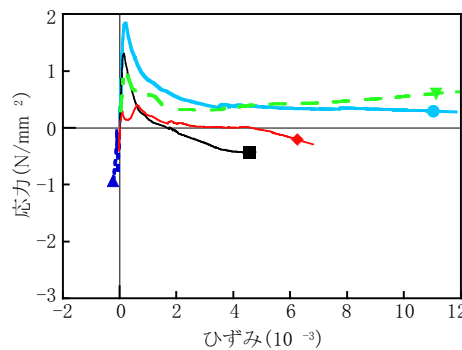


図-10 要素 b の応力-ひずみ応答

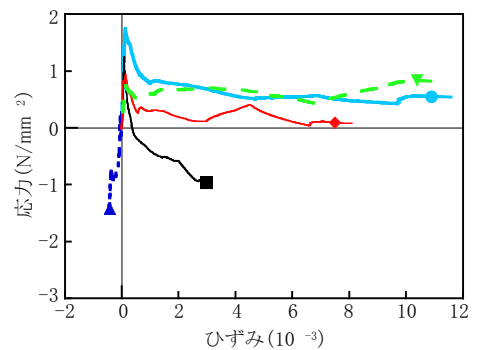


図-11 要素 c の応力-ひずみ応答

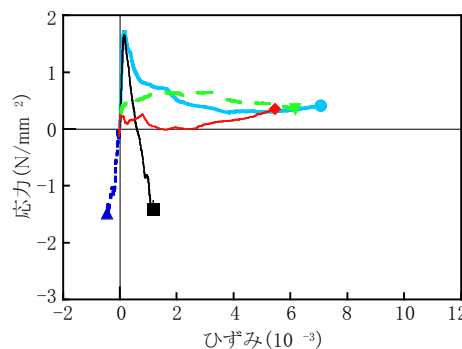


図-12 要素 d の応力-ひずみ応答

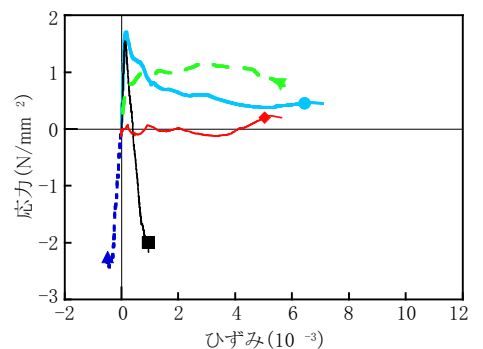


図-13 要素 e の応力-ひずみ応答

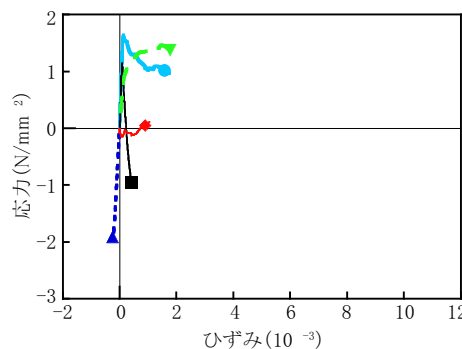


図-14 要素 f の応力-ひずみ応答

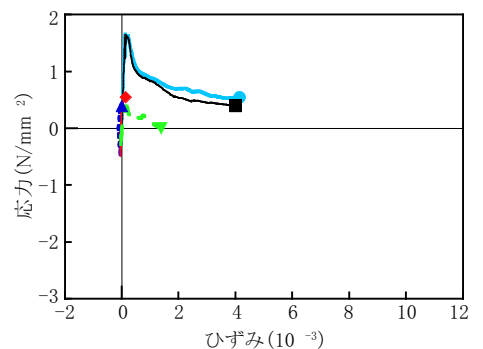


図-15 要素 g の応力-ひずみ応答

図-16 要素 h の応力-ひずみ応答