

V-294 多等価直列相モデルによるRCディープビームの寸法効果解析

清水建設技術研究所 正会員 長谷川 俊昭

1. はじめに

本研究は、コンクリートの非局所型構成則である多等価直列相モデル（MESPモデル）¹⁾を組み込んだ汎用有限要素解析コードDIANA²⁾を用いて、鉄筋コンクリートディープビームの寸法効果実験を解析し、考察を加えたものである。

2. 解析の概要および結果

本研究では、二羽³⁾の鉄筋コンクリートディープビームの寸法効果試験体SIO, SII, LR0（有効高さ $d=30, 60, 90$ cm； $a/d=0.5$ ）を解析対象とし、解析ケースA, B, Cを実施した。解析ケースAおよびCでは、ウェブコンクリート部の有限要素寸法を相似的に拡大したメッシュ（図-1, 2, 3）を使用し、MESPモデルおよび局所型構成則である一般化マイクロプレーンコンクリートモデル（EMPCモデル）⁴⁾によって解析を行った。解析ケースBでは、ウェブコンクリート部の有限要素寸法を解析ケースA1と同じにしたメッシュ（図-4, 5）を使用し、MESPモデルによる解析を行った。主鉄筋は埋込み鉄筋モデルを用いてモデル化し、主鉄筋の上下50mmまでを付着層と考えてEMPCモデルを適用した。MESPモデルの破壊相の長さ l^F を $2l^F = d_{\max} = 20$ mm（ $d_{\max}$ ：コンクリートの粗骨材最大寸法）とし、破壊相が形成する球体の1軸引張構成関係がCEB-FIP Model Code 1990のものと適合するように材料定数を決定した。

図-6は、各解析ケースから得られたせん断強度 $\tau_u/f'_c = V_u/bdf'_c$ と d の関係を二羽の実験ならびに土木学会コンクリート標準示方書による計算値と比較したものであり、 $a/d=1.0$ のWalravenら⁵⁾の実験結果も図示してある（ V_u ：最大せん断耐力、 f'_c ：コンクリート圧縮強

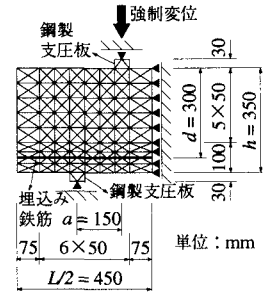


図-1 解析ケースA1, C1

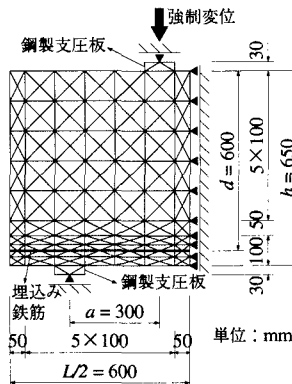


図-2 解析ケースA2, C2

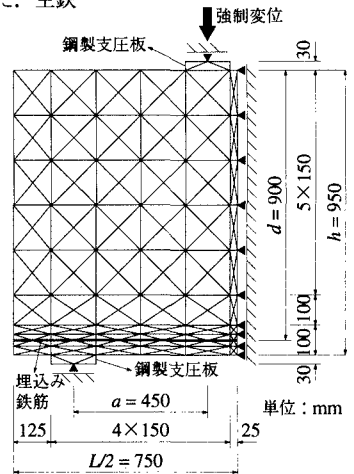


図-3 解析ケースA3, C3

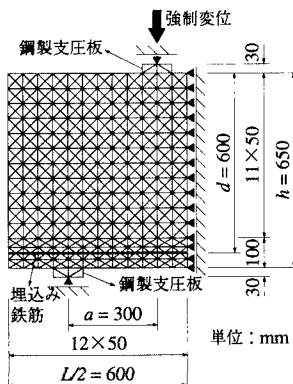


図-4 解析ケースB2

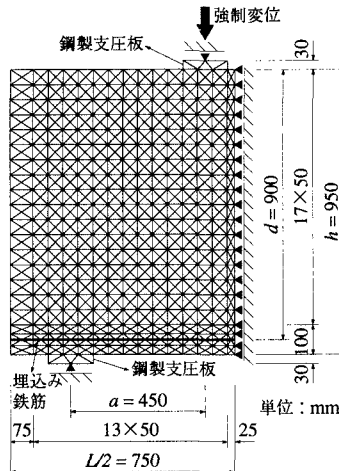


図-5 解析ケースB3

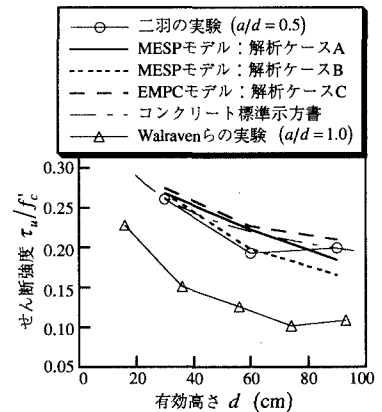


図-6 寸法効果の解析結果

キーワード：鉄筋コンクリート，せん断ウェブ圧縮破壊，寸法効果，多等価直列相モデル，有限要素破壊解析
〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03-3820-5515 FAX 03-3643-7260

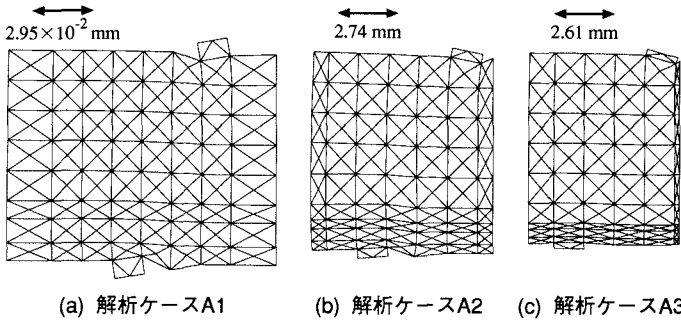


図-7 最大せん断耐力時の増分変形

度、 b ：はり幅）。図-7は、解析ケースAの最大せん断耐力時の増分変形であり、 d が同じ寸法になるようにメッシュをスケール表示している。本解析対象は完全な相似形ではなく d によって破壊モードが異なっており、 d が大きいくほど破壊領域が局所化している。解析ケースAのMESPモデルと同様に解析ケースCのEMPCモデルも寸法効果を表現できているのは、このことと同様な理由によると考えられる。図-8, 9, 10は、各解析ケースのせん断応力 $\tau = V/bd$ と支圧板間の相対変位 δ/d の関係を二羽の実験と比較したものである（ V ：せん断力）。本解析では最大せん断耐力までのせん断応答を概ね予測できたが、圧縮応力状態の非局所構成関係については実験データがなく実験への適合を行っていないなどの理由のため、最大せん断耐力以降の解析値については実験結果と一致していない。図-9, 10の解析ケースAとBでは10%程度のせん断強度の差異が認められたが、せん断応答性状や破壊モードには大きな違いが生じておらず、MESPモデルはメッシュ依存性が少ない解析結果を与えている。図-11は、最大せん断耐力時において1軸引張強度時のひずみの10倍を越えた最大主ひずみをその直交方向にプロットし、ひび割れのひずみと方向を表わしたものである。MESPモデルがメッシュ依存性を軽減できる有効な手法であることがわかる。

3. まとめ

多等価直列相モデルを組み込んだ汎用有限要素解析コードDIANAを用いて、鉄筋コンクリートディープビームのせん断破壊に関する寸法効果解析を実施した。本モデルは、対応する実験のせん断強度の寸法効果、破壊モード、最大せん断耐力までの応答などを概ね良好に再現し、またメッシュ依存性を軽減できることが明らかにされた。

【参考文献】

- 1) Hasegawa, T.: Multi equivalent series phase model for nonlocal constitutive relations of concrete, *Fracture Mechanics of Concrete Structures*, AEDIFICATIO Publishers, Germany, pp.1043-1054, 1998.
- 2) 長谷川俊昭：多等価直列相モデルによるセメント複合材料の引張せん断破壊解析, 土木学会第53回年次学術講演会講演概要集, 第5部, pp.908-909, 1998年.
- 3) 二羽淳一郎：ディープビームの鉄筋コンクリート部材のせん断耐荷機構, 東京大学 博士論文, 1983年.
- 4) 長谷川俊昭：一般化マイクロプレーンコンクリートモデルの再構築, 土木学会論文集, No. 538/V-31, pp.129-147, 1996年.
- 5) Walraven, J. and Lehwalter, N.: Size effects in short beams loaded in shear, *ACI Structural Journal*, Vol. 91, No. 5, pp.585-593, 1994.

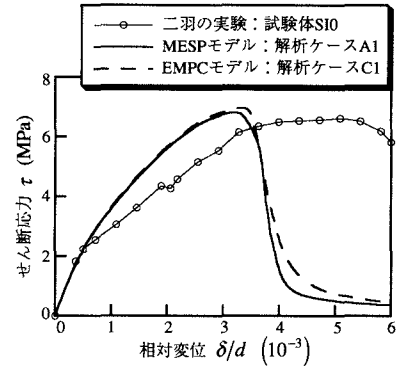
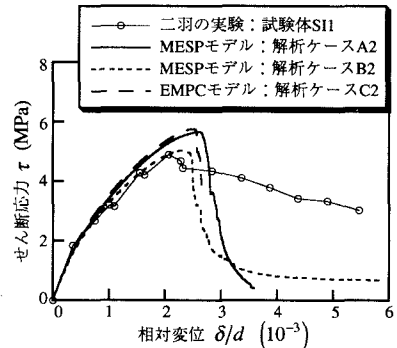
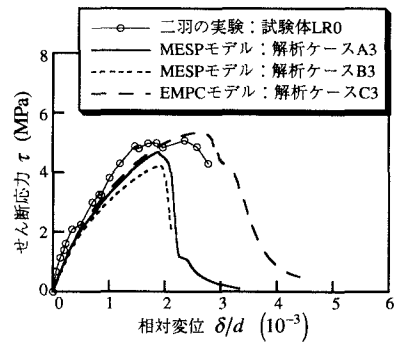
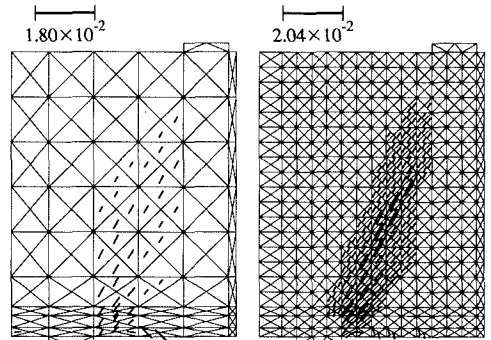

図-8 せん断応答 ($d = 30 \text{ cm}$)

図-9 せん断応答 ($d = 60 \text{ cm}$)

図-10 せん断応答 ($d = 90 \text{ cm}$)


図-11 解析ケースA3, B3のひび割れひずみ分布