実験に基づく格子モデルの離散化手法に関する検討

(公財)鉄道総合技術研究所 〇正会員 中田 裕喜,渡辺 健,谷村 幸裕 北武コンサルタント(株) 渡邊 忠朋,阿部 淳一

1. はじめに

RC 部材の荷重-変位関係を簡易に再現可能な手法 として,格子モデル¹⁾がある.本論文は,実験結果に基 づいて,格子モデルの離散化手法を決定する検討を行 ったものである.

2. 解析概要

格子モデルは、RC部材のコンクリート断面を、曲げ 圧縮部材、曲げ引張部材、斜め圧縮部材、斜め引張部 材、アーチ部材に、補強材は水平部材(軸方向鉄筋) と鉛直部材(せん断補強鉄筋)で構成されている(図 -1参照).文献1)では、曲げ圧縮部材を除く、圧縮力 が作用する部材の強度を、横ひずみの影響を考慮した Collins らの圧縮モデルによって低減し、またアーチ部 材と斜め圧縮・引張部材の断面積は、ポテンシャルエ ネルギが最小となる際の値としている.つまり、載荷 に伴い進展する損傷の影響を、材料構成則を変化させ ることで対応させたものである.一方で、本研究では、 載荷に伴う損傷の進展を、構成部材の断面積に反映さ せることで対応した点で、既往のモデルと異なってい る.以下に、各構成部材の断面積と構成則の設定につ いて述べる.

(1) 各部材の構成則

圧縮応力ひずみ関係として、ピーク時までは放物線 モデル,軟化域は圧縮破壊エネルギ²⁾を考慮した直線モ デルとした.その他の部材の構成則は、文献 1)と同一 である.

(2) 各部材の断面積の設定

断面積は、実験結果に基づき設定する.参照した実 験結果³⁾は、せん断補強鉄筋比 pwをパラメータ(0.21, 0.48, 0.84%)としたせん断スパン比(a/d)が 1.5 であ る供試体とした.表-1に、格子モデルにおける部材の 断面積設定法を、表-2に参照した実験値と解析結果の 一覧を示す.

実験では、初期の斜めひび割れ発生後にせん断カー 変位関係の剛性が低下した.この実験におけるせん断 カー変位関係の剛性変化点のせん断力と、格子モデル

keyword:格子モデル, せん断耐荷機構, 離散化手法 連絡先 :〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 (公財) において斜め引張部材が軟化することによる荷重-変 位関係の剛性変化点のせん断力が一致する断面積を設 定した.ただし,実験における剛性変化点のせん断力 は,160kNに統一した.

斜め圧縮部材の断面積(剛性)は、せん断補強鉄筋 の荷重負担に大きく影響する.実験で得られたせん断 補強鉄筋の負担分と格子解析における負担分が一致す るように、斜め圧縮部材の断面積を設定した.本検討 では、実験と解析でせん断スパン内に有するせん断補 強鉄筋の平均負担応力 σ_{save} を一致させた.**図**-2 に、 平均負担応力とせん断力の関係を示す.なお、いずれ の試験体も一部のせん断補強鉄筋が降伏しているが、 多くが降伏していないため、せん断補強鉄筋比 p_w が増 加するほど実験における σ_{save} は小さくなる傾向にはあ る(**表**-2 参照).しかし、実験の計測誤差や、せん断 補強鉄筋ひずみの計測位置による違いがあることには 留意する.





部材	アーチ部材*	斜め圧縮部材*	斜め引張部材*	曲げ圧縮縁	
断面積	実験のせん断 力の最大値	せん断スパンに有 するせん断補強 鉄筋の平均負担 応力	実験の斜めひび 割れ発生による 剛性変化点のせ ん断力	200mm	
部材	曲げ引張縁	せん断補強鉄筋	引張鉄筋	圧縮鉄筋	
断面積	c×2	$A_{w.a} = A_{w.e} \times S_{.a} \times S_{.e}$	実験と同一断面積		

 $c: かぶり, A_w: せん断補強鉄筋の断面積, S: せん断補強鉄筋間隔 (<math>A_w \ge S$ における添え字.a は解析, .e は実験を意味する.) *断面積を決定させるために一致させた,実験結果

(公財)鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7281

アーチ部材の断面積は、実験と解析におけるせん断 力の最大値が一致するような値とした.

なお,曲げ圧縮部材の高さは 200mm とした.その 他の部材の断面積設定は,文献 1)と同一である.

3. 解析結果

図-3~5 にせん断力-中央変位関係を示す.2章で 示した断面積設定により,斜めひび割れ発生による剛 性変化点のせん断力やせん断力の最大値は捉えられ ている.今回の検討においては,中央変位の結果に配 慮を行っていないが,結果的に実験と解析で概ね一致 する結果が得られた.

図-6 にアーチ部材, 圧縮・引張部材の断面積分布 を示す. pwが大きくなるにつれて, せん断力の最大値 への影響が大きいアーチ部材と斜め圧縮部材の断面 積も増加する傾向にあった. 既往の研究^{3), 4)}では, pw が増加すると, 横拘束効果に伴いコンクリートの圧縮 破壊領域が増加する傾向が報告されており, これが解 析の断面積に反映された結果であると考えられる. 斜 め引張部材については, 軟化時における剛性変化点を 統一していることもあり, pw による傾向はみられない.

図-7 に、No.12 における構成部材のせん断力負担 履歴を示す. せん断力負担履歴は、図-1 における緑 破線で切断した断面に有する各部材から算定した. 図 より、斜め引張部材は初期の段階(中央変位 2mm)で 負担せん断力が消失し、せん断力の最大値はアーチ部 材とせん断補強鉄筋により決定付けられていたこと がわかる. また、スレンダーな RC 梁を対象とした文 献 1)では、アーチ部材と斜め引張部材の累加負担せん 断力履歴は概ね一定値(V_c)を推移するが、対象試験 体は a/d が小さいため、中央変位の増加につれてアー チ部材の負担せん断力が増加し続ける結果となった.

4. まとめ

本研究では、実験に基づき、構成部材の断面積を変 化させることによりせん断耐荷機構を再現した点で、 従来法と異なる格子モデルを検討した.アーチ部材と 斜め圧縮・引張部材の断面積を 2 章で示したように設 定した場合、今回の検討範囲では、 p_w が大きくなるほ ど断面積が大きくなり、定性的な傾向と一致すること が確認できた.

本検討は,限られた供試体を対象としたものである. 今後は,広範囲にわたる供試体に対しても同様な検討 を行い,断面積の設定の妥当性や精度を確認し,RC部

我 2 天歌6550开前和木 晃										
文献3)に		実験		解析						
おける供	p _w	V_{crack}	V_{\max}	σ _{s.ave}	V_{crack}	V_{\max}	σ _{s.ave}			
試体名	%	kN		N/mm ²	kN		N/mm ²			
No.10	0.21	160	464	304	161	461	328			
No.11	0.48	160	491	249	158	494	256			
No.12	0.04	160	570	190	162	565	102			

-2





材のせん断耐荷機構の評価を行いたい.

参考文献

1) 二羽ら:鉄筋コンクリートはりのせん断耐荷機構に関する解析的 研究, 土木学会論文集, No.508/V-26, pp.79-88, 1995. 2) Nakamura, H. and Higai, T.: Compressive fracture energy and fracture zone length of concrete, seminar on post-peak behavior of RC structures subjected to seismic loads, JCI-C51E, Vol.2, pp.259-272, 1999. 3) 谷村ら:スターラ ップを有するディープビームのせん断耐力に関する研究, 土木学会 論文集, No.760/V-63, pp29-44, 2004. 4) Lertsrisakulrat, T., Niwa, J., Yanagawa, A. and Matsuo, M.:Concepts of Localized Compressive Failure of Concrete in RC Deep Beams, Journal of Materials, Concrete Structures, Pavements, No.697, Vol.54, Feb. 2002.