

修正圧縮場理論を用いたRC梁のせん断挙動解析

武蔵工業大学大学院 ○学生会員 五明 賢
武蔵工業大学 正会員 吉川 弘道

1.はじめに

鉄筋コンクリート(以下 RC)部材におけるせん断破壊は、急激な耐力の低下を示し、脆性的であるため回避されるべき破壊形態である。しかし、その破壊挙動は未解明な点が多く、今日でもあらゆる方面で研究が進められている。本論では、せん断破壊するRC梁を対象とし、せん断解析である修正圧縮場理論と曲げ解析であるファイバーモデルを併用した変形解析プログラムを提案し、本学で行った実験データとの比較、整合性の検討を行った。

2.解析概要

本研究室で開発した曲げモーメントの影響を考慮した修正圧縮場理論(MCFT)を使用した。この解析手法は、ファイバーモデルによって算出された曲げモーメントによる断面中央のひずみを参照ひずみとし、軸力に置き換え修正圧縮場理論に導入することで、曲げモーメントの影響を考慮できるようにしたものである。最終的には、ファイバーモデルによる曲げ変形(式(1))と修正圧縮場理論によるせん断変形(式(2))の累加式(3)により全体の変形量を算出できる。構成則は、修正圧縮場理論、ファイバーモデル共に、コンクリートの圧縮式は Popovics, 引張軟化式は Collins, 鉄筋は圧縮引張ともにバイリニアとした。

$$\delta_{flex} = \int \int \phi dx dx \quad \dots\dots (1)$$

$$\delta_{shear} = \int \gamma dx \quad \dots\dots (2)$$

$$\delta = \delta_{shear} + \delta_{flex} \quad \dots\dots (3)$$

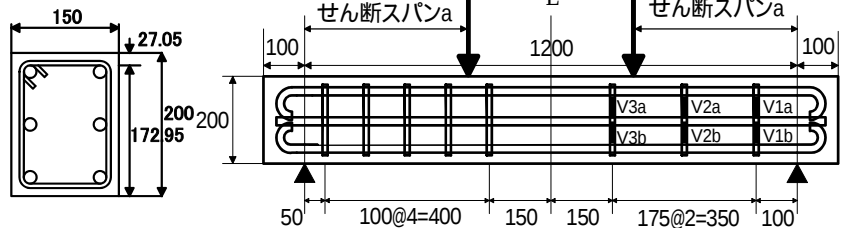


図-1 試験体配筋図 (mm)

3.実験概要

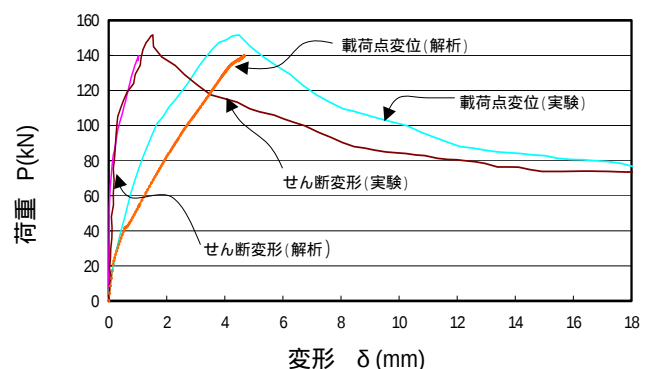
試験体の形状寸法を図-1 に、試験体諸元を表-1 に示す。供試体は、長さ 1400mm、断面 150×200mm の矩形断面とした。片側のせん断スパンをせん断破壊させるため、左右せん断スパン内のせん断補強筋比を変化させた。載荷方法は、せん断スパン比をパラメータとし、対称 2 点載荷を変位制御で行った。測定項目は、載荷点変位、軸方向鉄筋及びせん断補強筋ひずみ、非接触変位計測システムによるせん断変形である。

表-1 試験体諸元

試験体	断面形状 (mm)	載荷スパン (mm)	せん断スパン比	軸方向鉄筋			せん断補強筋			コンクリート	
				鉄筋比 (%)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	鉄筋比 (%)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
175-400	200×150	1200	2.31	4.59	401	1.87E+05	0.241	325	2.03E+05	43.6	2.95E+04
175-475			2.75								
175-550			3.18								

4 解析結果と実験結果

実験結果は、175-400, 175-475 では曲げひび割れ発生後、意図したせん断スパンにおいてせん断ひび割れが発生し、その後急激な荷重低下が見られせん断破壊した。しかし、175-550 では、せん断ひび割れ発生後に、軸方向鉄筋が降伏し、その後せん断破壊する結果となった。ここでは、各変形量とせん断補強筋応力を実験値と解析値で比較し、このプログラムの妥当性について検証した。



(a) 175-400

Keyword :修正圧縮場理論, ファイバーモデル, 鉄筋コンクリートはり, せん断変形,

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 都市基盤工学科 構造材料工学研究室

Tel: 03-3703-3111(内線:3241), Fax: 03-5707-1165

4.1 荷重変位関係

図-2(a)～(c)は、各試験体の解析値と実験値の荷重変位関係を示したものである。どの試験体も、荷重初期から曲げひび割れ発生最大耐力付近まで、精度良く追従できている。しかし、最大耐力点以降の軟化領域について追従させることが出来なかった。また、175-550 が支点沈下を考慮できなかったため変位に差が生じた。せん断変形に関しては、どの試験体も挙動を最大耐力点まで精度良く追うことができた。また、175-400、475 に比べ 175-550 のせん断変形は蛇行が見られる。これは、せん断変形を非接触で計測する際に、400、475 は、解像度の大きいデジタルカメラ(解像度 3072 × 2048)を使用したのに対し、550 は解像度の低い CCD カメラ(640 × 465)を使用したためである。

4.2 せん断補強筋応力の評価

せん断破壊では、コンクリートとせん断補強筋の負担分の評価が重要である。ここでは、実験と解析から得られたせん断補強筋応力について評価を行った。図-3 は、縦軸にせん断補強筋応力、横軸に作用せん断力をとったものである。せん断補強筋の位置によって、せん断補強筋応力が増加する作用せん断力が違い、本プログラムでの解析値もほぼ同様の結果となった。この結果より、曲げモーメントが、せん断補強筋の挙動に大きく影響を与えていると考えられる。

上記の結果より、せん断力のコンクリート負担分が曲げモーメントによってどのように変化するかを実験と解析から検証した。せん断補強筋の応力が増加を開始する点をせん断力のコンクリート負担分と考え、図-4 を示した。縦軸にせん断力のコンクリート負担分、横軸に曲げ影響度 ζ (式(4))をとっている。

$$\text{曲げ影響度} \quad \zeta = x/d \quad (4)$$

x : 支点からの距離, d : 有効高さ

ここで、曲げ影響度とは解析及び測定箇所の支点からの距離を有効高さで除したものとした。これより、支点から離れた位置ほどコンクリート負担分が小さく、せん断ひび割れが生じやすいことがわかる。

5. まとめ

- ・修正圧縮場理論に曲げの影響を考慮することにより、RC 梁の変形挙動を精度良く解析することが出来た。
- ・曲げの影響がせん断耐力のコンクリート負担分に影響を及ぼすことが実験及び解析から確認できた。

【参考文献】

- 1) 岩本隆生: 修正圧縮場理論を適用した鉄筋コンクリート部材のせん断解析, 武蔵工業大学平成 13 年度修士学位論文, 2002.3
- 2) M.P.Collins and D.Mithcell: Prestressed Concrete Structures, PRENTICE HALL INC. 1991
- 3) 中村・檜垣: 拡張した修正圧縮場理論による RC はり断面のせん断耐力評価, 土木学会論文集 No490/V-23, pp157-166, 1994.5

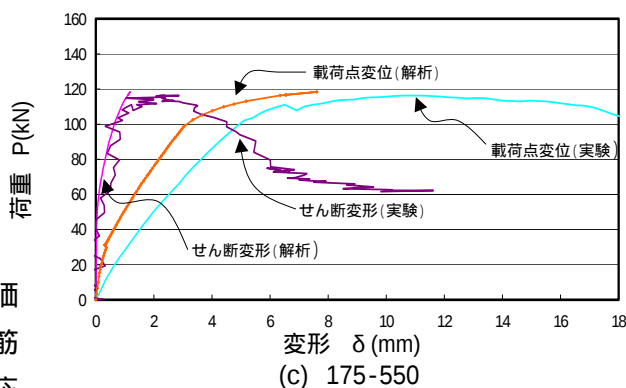
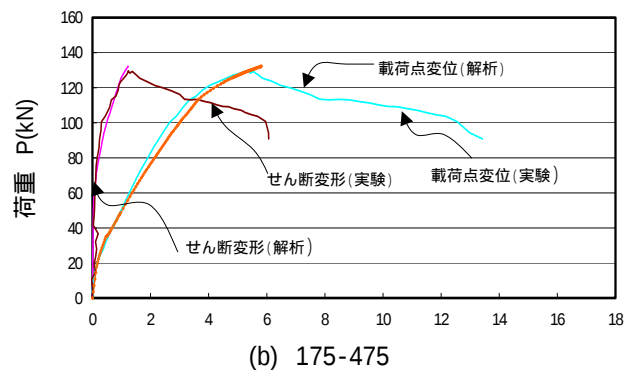


図-2 荷重変位関係

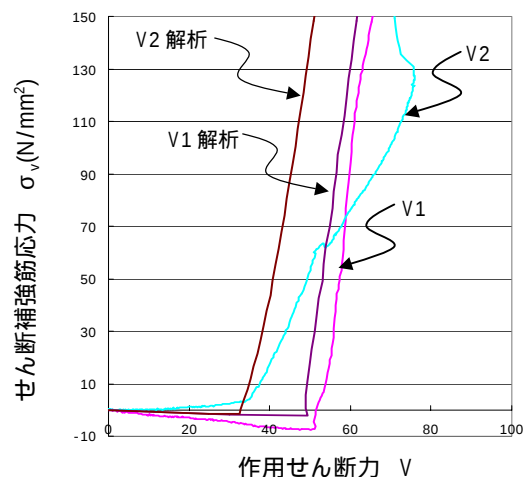


図-3 せん断補強筋応力-作用せん断力

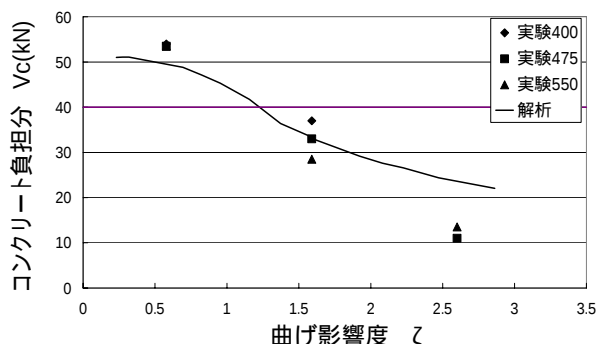


図-4 コンクリート負担分-曲げ影響度