RC 単柱のせん断挙動と修正圧縮場理論の適用

武蔵工業大学	学生会員	依田	宏之
武蔵工業大学	学生会員	牧原	成樹

武蔵工業大学 正会員 吉川 弘道

1.修正圧縮場理論の特徴

単柱形式の鉄筋コンクリート柱(以下,RC 単柱)には,一定軸力下のもと,曲げモーメントとせん断力が混在する. 本論は,特にせん断変形の実験的抽出を行うとともに,修正圧縮場理論(以下,MCFT)の適用性を検討するもので ある.Collinsらによって提唱されたMCFTは,斜めひび割れを生じたコンクリートと縦横鉄筋によって構成される鉄筋 コンクリートを一様な要素として,モデル化するものである.MCFT は変形の適合条件,力の釣合い条件条件,コンク リートおよび鉄筋の材料構成則を基本式とし,これらを定式化するとともに主引張ひずみを単調漸増パラメータとして, 数値解を得るものである.このような手法により,非線形せん断応力~せん断ひずみ関係のみならず,主鉄筋・せん 断補強筋・斜め圧縮コンクリートのひずみと応力が算出できる.また,MCFTでは変形の適合条件を導入することで圧 縮ストラット角度を仮定する必要がなくなり,ひび割れ発生以前から終局時に至るまでのせん断耐荷挙動を合理的に 算出することが可能である.

2.実験概要:試験体諸元と変位測定法

本学で実施した正負交番漸増繰返し載荷実験に よる小型 RC 柱部材²⁾を対象試験体とした.表1に試 験体諸元を示す.柱断面を 320×320(mm),せん断 スパン比 4.05 の試験体4パターンの試験体を用い, 解析パラメータとして軸応力,せん断補強筋間隔とし た. これらは全て曲げ降伏後のせん断破壊を呈した 試験体であり,本論では終局点をせん断補強筋が降 伏した時点と定義した.

図 1 に変位測定法および各区間の作用分布図を 示す.フーチング部に近い柱基部の区間を第1区間, 柱頂上部に近い区間を第4区間として計4区間に分 類し,測定を行った.



図1 変位測定法および各区間の作用力分布図³⁾

一般的に柱基部が曲げモーメントの影響が最も大きく,柱頂上部に近づくにつれて曲げモーメントの影響は減少していくのに対し,せん断力は第1~4区間まで一定となっている.各区間では,6つの変位計を用いて,曲げ変形および せん断変形の測定を行った.

表 1	試験体諸元

柱断面 軸応力			主鉄筋			せん断補強筋				コンクリート				
試験体	(mm^2)	(M/mm^2)	径	鉄筋比	降伏強度	弾性係数	径	ピッチ	鉄筋比	降伏強度	弾性係数	圧縮強度	引張強度	弾性係数
	(11111)	(11/11111)	φ	(%)	(N/mm^2)	(kN/mm^2)	φ	(mm)	(%)	(N/mm^2)	(kN/mm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)	(kN/mm^2)
S15-0-3		0						15	0.18			23.1	1.89	22.0
S15-1-3	220,2220	1	D12	2.5	206	106	D4	43	0.18	267	102	10.6	1.67	21.6
S12-1-3	320×320	1	D13	2.3	380	180	D4	125	0.00	207	185	19.0	1.07	21.0
S12-3-3		3						133	0.00			23.5	1.69	22.0

Key Words:修正圧縮場理論,圧縮ストラット角度,せん断耐力 連絡先:〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 武蔵工業大学 TEL:03-3703-3111 内線(3243) 3.区間ごとの ~ 関係: MCFT と実験結果との比較

図3~図6に4試験体について,MCFTと実験値との比較を示して いる.すなわち,図3:S15-0-3,図4:S15-1-3,図5:S12-1-3,図6: S12-3-3である.ここで実験結果については,縦軸:せん断応力 = せん断応力(柱頭水平力)/有効せん断断面積,横軸:せん断ひずみ

= 区間ごとのせん断変形/区間長さ(250mm)としている.このことに より, MCFT と直接対応させることが可能である.まず,実験結果は,4 例とも曲げモーメントの影響が少ない第4区間にて最も大きな包絡線 を呈し,以降,第3区間,第2区間,第1区間の順に下回っている. (ただし,図3では,第4区間については,1000 µ からせん断ひずみが 急増し第3区間を追い抜いている.)せん断力一定力一定領域におけ る,このようなせん断挙動は,明らかに曲げモーメントの影響を示すも ので,繰返し大変形(主鉄筋が降伏する)におけるせん断変形を直接 推察することができた.さらに,MCFT による解析結果は,変形初期(1

,程度まで),第4,3区間の実験値と合致するが,その後 MCFT と は著しく乖離し,第4区間の実験値の ~ 関係を包絡している.また,MCFT による解析結果は,軸力の増大に従って大きく立ち上がり, その後急激な軟化挙動を示しているが実験結果が必ずしもそのような 変形を見せず,軸力が大きくなるほど MCFT と実験値は合致しない. 4.せん断耐力に関する考察

上述の MCFT を用いた解析によるせん断耐力の算出に加えて, 鉄道構造物等設計標準⁴⁾を適用する.

 $V_{yd} = \beta_d \beta_p \beta_n f_{vcd} b_w d + A_w f_{wy} z \cot \theta / s_s$

d:有効高さによる効果の係数 p;主鉄筋による効果の係数 f_{wyd}:せん断補強筋降伏強度 n:軸力による効果の係数 f_w:コンクリートのせん断強度 s_s:せん断補強筋ピッチ間隔 :圧縮ストラット角度 d:断面有効高さ z:d(7/8)とする. A_w:せん断補強筋総断面積 b_w:断面幅

	実験値[kN]	MCFT[kN]	鉄道標準[kN]				
S15-0-3	102.8	141.0(1.37)	128.4(1.25)				
S15-1-3	109.4	141.1(1.29)	122.6(1.12)				
S12-1-3	109.2	136.6(1.25)	118.1(1.08)				
S12-3-3	120.8	182.7(1.51)	140.2(1.16)				
平均		1.36	1.15				
橝進偏差		0.10	0.06				

表2 最大耐力の比較

表 2 に最大耐力の比較を示す、全ての試験体において実験値より も MCFT の値の方が上回った結果となっていることがわかる、また、鉄 道標準は実験結果に近似するが、なお大きな値を示し(平均 1.15 倍) 検討が必要である、

5.まとめ

・MCFT における初期挙動は曲げモーメントの影響が少ない柱頂上部に近似しているが,その後著しく乖離し,実験値とは異なった挙動を示しており,曲げモーメントの影響を導入の必要性を示唆するものである.

・最大耐力については鉄道標準は実験結果に近似するがなお上回った値を示し、繰返し大変形の影響も受けていることが推測できた。

[参考文献] 1)MICHAEL P.COLLINS/DENIS MITCHELL: PRESTRESSED CONCRETE STRUCTURES, PRENTICE HALL INC, 1991

- 2) 武蔵工業大学 コンクリート研究室:平成 10 年度小型試験体による RC 柱の耐震実験 実験結果報告書 3) 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,2001 武蔵工業大学 修士学位論文
 - 4)鉄道総合技術研究所:SI単位版 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物,丸善株式会社,1999.10

