

小規模建物におけるシングル配筋された基礎梁の構造特性に関する実験的研究

正会員 小谷 浩貞¹⁾
同 松下 克也²⁾
同 梶川 久光³⁾
同 呉 東航⁴⁾

基礎梁
有孔梁

シングル配筋
小規模建物

せん断耐力

1. はじめに

現在、RC 梁の設計をする上での指針として、RC 規準、RC 終局強度型 - 及び RC 靱性保証型 - などがあるが、木質住宅などの小規模建物によく用いられるシングル配筋されたディープビーム状の梁について記述されているのは壁式構造規準のみである。本稿は、以上のようなことから、木質住宅に用いられる基礎に限定し、その構造特性を確認することを目的として、1)~4)のような特徴を持つ基礎梁を対象に曲げ実験とせん断実験を行い、実験結果に対して既往の設計式と比較検討した。

- 1) 梁せいに対して梁幅が小さい ディープビーム
- 2) 主筋がシングル配置
- 3) 設備配管などによる梁貫通孔
- 4) せん断補強筋比 $pw < 0.2\%$

2. 実験概要

表 1 に試験体一覧、表 2 に試験体形状を示す。試験体の共通要因は、梁断面： $b \times D = 150 \times 700\text{mm}$ 、コンクリート設計基準強度 $F_c = 24\text{N/mm}^2$ 、せん断補強筋： $D10@300$ ($pw = 0.158\%$)とした。2 つの加力モデルを設定し、曲げ試験(M シリーズ)を 3 体、せん断試験(Q シリーズ)を 6 体行った。まず、曲げ試験の変動要因は、無開口を標準試験体(M-1)として、人通口(580mm \times 350mm)を設けた無補強の試験体(M-2)、開口補強を設けた試験体(M-3)とした。せん断試験は、既存の木質住宅の基礎梁主筋に多く用いられている D13 を設けた曲げ破壊先行型試験体:3 体、せん断耐力を確認する為、D22 を設けたせん断破壊先行型試験体:3 体とした。無開口を標準試験体(Q1-1, Q2-1)として、曲げ試験と同様の人通口を設けた無補強の試験体(Q1-2)、開口補強を設けた試験体(Q1-3, Q2-2)とし、設備配管を想定したスリーブ開口(200)を設けた無補強試験体(Q2-3)を計画した。加力は、全ての試験体において、大野式の正負交番繰り返し漸増载荷とした。

表 1：試験体一覧

No	コンクリート		主筋		せん断補強筋			開口	開口補強筋
	F_c N/mm ²	y N/mm ²	配筋	$w y$ N/mm ²	配筋	pw %			
M-1	32.60	358	1-D13	393	D10@300	0.158	無	-	
M-2	39.90						人通口	無	
M-3	36.60						無	有	
Q1-1	38.30	367	1-D22	369			人通口	無	
Q1-2	40.80						無	有	
Q1-3	36.60						人通口	有	
Q2-1	40.30	367	2-D22	369	無	-			
Q2-2	33.84				人通口	有			
Q2-3	37.92				スリーブ	無			

3. 実験結果

図 2 に全試験体の曲げモーメント(M)-相対変位()、せん断力(Q)-相対変位()曲線を示す。

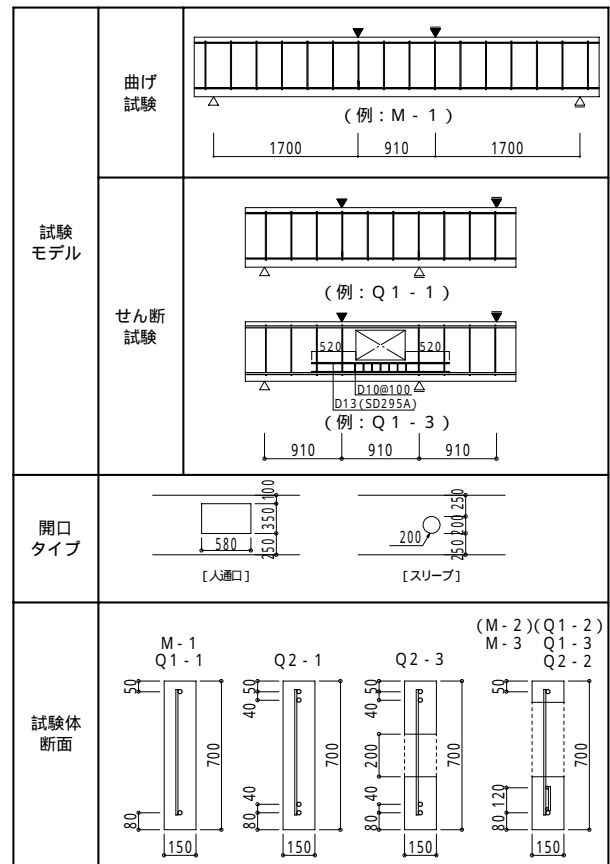
3.1 破壊性状

表 3 に最大耐力・破壊状況、図 1 に破壊状況図を示す。

【M シリーズ】M-1 は、25kN・m(曲げモーメント)でひび割れが発生し、37kN・m で主筋の降伏が見られた。M-2 は、初期ひび割れが無開口に比べ早い段階で発生し、M-3 についても初期ひび割れは同時期に見られた。ただ M-2 に比べ主筋の降伏は遅く補強筋の効果が現れている。

【Q シリーズ】Q1-1 は、75kN(せん断力)で端部に曲げひび割れが発生し、90kN で主筋が降伏した後、破壊に至った。Q1-2 は、15kN で曲げひび割れが発生した後、急激な剛性低下が見られ、その後ひび割れ幅が広がって破壊に至った。一方 Q1-3 は、Q1-2 に比べ、補強筋が効果を示し、ひび割れ発生後、緩やかな剛性低下が見られた。Q2-1 は、80kN ~ 120kN(せん断力)で加力点・支点付近に曲げひび割

表 2：試験体形状



れが発生し、220kN ぐらいで支点から加力点にかけてせん断ひび割れが入ると、ほぼ同時期にせん断補強筋が降伏に至った。せん断ひび割れは、最初に入ったひび割れが広がっていくのみで新たなひび割れは見られなかった。Q2-2 は、下弦材部分にせん断ひび割れが発生し、緩やかに剛性が低下、開口部補強筋が降伏し、開口部下弦材の圧縮破壊に至った。Q2-3 は、Q2-1 に比べせん断ひび割れ荷重は小さいが、曲げひび割れ荷重は同程度で破壊性状も同様であった。

3.2 曲げ耐力・せん断耐力

表3に M シリーズ試験体降伏耐力の計算値と実験値の比較を示し、Q シリーズ試験体終局時せん断力の実験値と計算値(Qsu,bQsu)の比較を示す。曲げ先行型試験体は、曲げ破壊時のせん断力と比較を行った。M-1 は、計算値を上回る耐力を示し、M-2 は、計算値とほぼ同様の結果を示したが、無開口に比べ耐力が劣る結果となった。一方 M-3 においては、無開口と同等の耐力を示し、補強筋の効果が見られた。Q1-1,2,3 は、最終破壊性状が曲げ破壊となりせん断耐力は、確認出来なかったが、曲げ破壊時のせん断力計算値とは近い値となった。Q2-1 は、Qsu の80%近い耐力を確認でき、bQsu に対して1.2倍近い耐力となった。Q2-3 は、Q2-1 と同等の耐力を確保することは出来なかったが、計算値 Qsu を上回る耐力を示した。Q2-2

は、人通を目的とした開口せいが H/D (H:開口高さ) > 1/3 となり設計式の適用範囲から外れる為、計算値と離れた結果になったが、開口位置の下弦材のみを考慮した計算値と比較を行うと、計算値は実験値に近い値を示した。

4. まとめ

本実験の範囲内で、木質住宅を対象とした一般的な基礎梁の構造特性に対して、以下の知見を得た。

- 1) 曲げ性能については、開口の有無により、初期のひび割れ発生が異なるが、弾性範囲の剛性は同程度で、開口補強を設けた場合に限れば、開口の有無に関わらず、同等の耐力を発揮することを確認した。
- 2) せん断性能については、既往の設計式に近い値を確認することができ、せん断破壊が見られなかった場合に対しては、スパンが小さく開口を伴い、pw<0.2 という一般的にせん断力が支配的になる断面において、D13 程度の主筋を用いた RC 梁の場合、曲げ降伏が先行するというを示したと言える。

参考文献 (1)日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説,1999 (2)日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説,1990 (3)日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説,1999 (4)日本建築学会：壁式構造関係設計基準集・同解説(壁式鉄筋コンクリート編),2003(5)永坂,古里他：シングル配筋されたあばら筋を有する薄肉 RC 梁の交番繰り返し下のせん断耐力,建築学会大会梗概集,2001 (6)松崎,中野他：主筋がシングルに配筋された RC 梁部材の構造性能に関する実験的研究,建築学会大会梗概集,2004

表3：実験結果一覧

No	終局耐力(kN)				塑性 変形角 Rp (rad)	破壊 形式
	計算値			実験値 Qmax		
	Qsu	bQsu	曲げ 破壊時Q			
Q1-1	380.31	187.89	56.97	105.91	1/39	MSY
Q1-2	34.76(41.34)	187.89	56.97	47.07	-	MSY
Q1-3	96.85(64.70)	187.89	56.97	56.39	-	MSY
Q2-1	383.74	256.72	-	296.00	1/302	SSY
Q2-2	94.06(60.75)	256.72	-	78.50	-	UCY
Q2-3	148.43	256.72	-	174.50	1/914	SSY

No	降伏耐力(kN・m)		破壊形式
	計算値	実験値	
M-1	29.78	37.09	MSY
M-2	29.78	29.59	MSY
M-3	29.78	37.26	MSY

降伏耐力計算値：RC規準の梁降伏曲げモーメント略算式
 Qsu：RC終局強度型耐震設計指針のせん断耐力式A法
 bQsu：壁式構造関係設計基準集・同解説 P205より
 塑性変形角Rp=限界部材角-降伏変形角
 限界変形角：最大耐力の80%まで低下した時点の変形角
 ()内の数値は、開口部下弦材のみを考慮した計算値
 MSY：主筋降伏曲げ破壊, SSY：あばら筋降伏せん断破壊,
 UCY：下弦材圧縮破壊

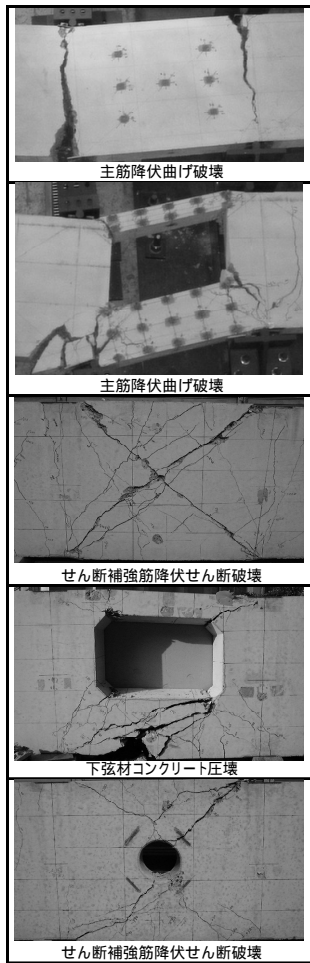


図1：破壊状況図

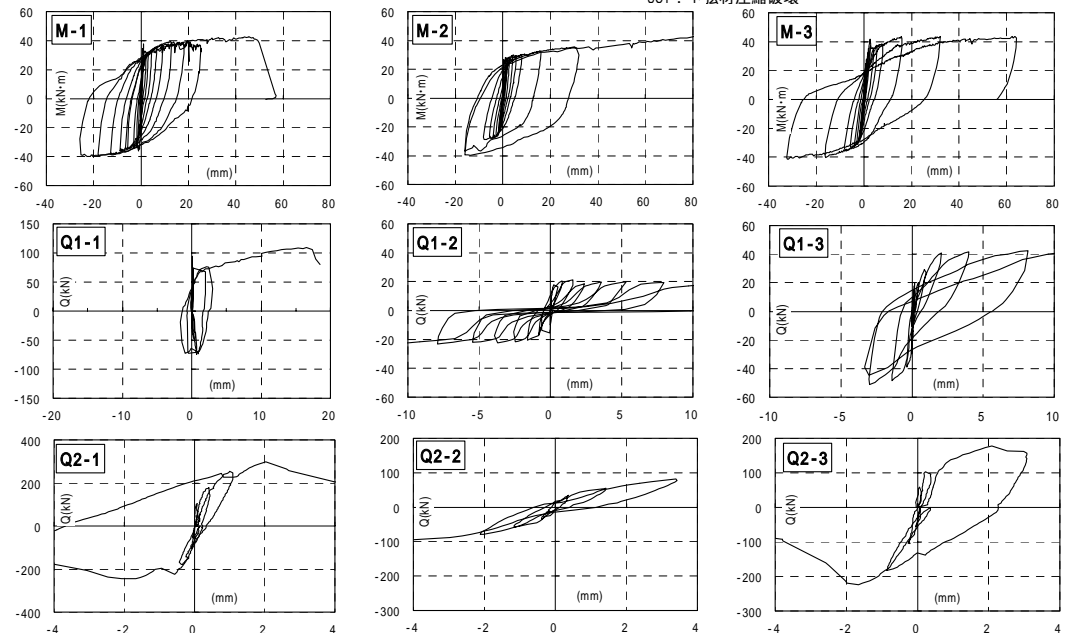


図2：全試験体 M- 曲線, Q- 曲線

- 1) (有)東信建築設計研究所
- 2) ミサワホーム株式会社 構造技術チーム
- 3) ミサワホーム株式会社 構造技術チーム 博士(工学)
- 4) (有)東信建築設計研究所 博士(工学)

- 1) Toshin Building Design and Research Office
- 2) Structural Design Group, Misawa, Home Co., Ltd.
- 3) Structural Design Group, Misawa, Home Co., Ltd., Dr. Eng.
- 4) Toshin Building Design and Research Office., Dr. Eng.