

縮小鉄筋を用いた梁縮小模型の曲げ挙動 Flexural Behavior of Small Scale Beams using Miniature Reinforcing Bars

○渡嘉敷勝*, 浅野 勇*, 森 充広*, 西原正彦*

TOKASHIKI Masaru, ASANO Isamu, MORI Mitsuhiro and NISHIHARA Masahiko

1. はじめに

鉄筋コンクリート（以下、RC）構造物の破壊現象の解明や理論の検証のために模型実験が行われている。しかし、一般の RC 構造物の模型実験は規模が大きく、実験施設の制約や実験費用の増大などから、模型の縮小化が重要な課題の一つとなっている¹⁾。本報では、農業水利 RC 構造物を対象とし、それらの構造物の一般的な鉄筋比を中心水準に鉄筋比を 3 水準、また、縮尺を 2 水準変化させた梁縮小模型の曲げ試験を行い、実寸試験体における荷重-変位関係およびひび割れ発生状況と比較し、梁縮小模型の基本的な力学的挙動について報告する。

2. 実験方法

試験体の形状および鉄筋配置を Fig. 1 に、また、試験体の仕様を Table 1 に示す。F 試験体は縮尺 1/1 の原型試験体であり、引張鉄筋比が 0.59%, 1.19% および 2.11% の 3 種である。S および T 試験体は F 試験体と幾何学的に相似な縮小試験体であり、S 試験体は縮尺 1/7、また、T 試験体は縮尺 1/10 である。なお、試験体は曲げ引張破壊となるように設計し、等

曲げ区間以外は帯鉄筋によりせん断補強した。F 試験体は各 1 体を製作し、S および T 試験体は各 6 体を製作して試験した。

F 試験体に使用したコンクリート配合を Table 2 に、S および T 試験体に使用したモルタル配合を Table 3 に示す。セメントに早強ポルトランドセメント、粗骨材に砕石、細骨材に鬼怒川砂を用いた。モルタルの細骨材は鬼怒川砂の 2.5 mm ふるい通過分を使用した。鉄筋は、F 試験体では異形棒鋼 D10 および D13 (SD295A) を使用し、S および T 試験体では、1/24 スケールの縮小鉄筋を使用した。本研究で用いた D22, D32, D41 の 1/24 スケール縮小鉄筋 (mD22, mD32, mD41 と表記) の仕様を Table 4 に示す。

各試験体は材齢 7 日で養生を終え、曲げ試験に供した。曲げ試験は、3 等分点載荷試験とした。F 試験体は、繰り返し載荷試験とし、



Fig. 1 試験体の形状および鉄筋配置
Shape of specimen and placement of reinforcing bar

Table 1 試験体の仕様
Specification of specimen

試験体	縮尺	試験体寸法 (mm)						引張鉄筋		帯鉄筋		d_{max} (mm)
		b	h	d	a	s	L	本数-径	p_t	径-間隔(mm)	p_w	
F1	1/1	100	150	120	420	1260	1500	1-D10	0.59	D10-100	1.43	20
F2								2-D10	1.19			
F3								2-D13	2.11			
S1	1/7	14	21	17	60	180	214	1-mD32	0.65	mD32-14	1.57	2.5
S2								2-mD32	1.29			
S3								2-mD41	2.35			
T1	1/10	10	15	12	42	126	150	1-mD22	0.63	mD22-10	1.52	2.5
T2								2-mD22	1.26			
T3								2-mD32	2.57			

b : 断面幅, h : 断面高, d : 有効高, a : せん断スパン, s : スパン長, L : 試験体長, p_t : 引張鉄筋比 (%), p_w : 帯鉄筋比 (%), d_{max} : 最大骨材寸法

* (独) 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード: 縮小鉄筋, 縮小模型, 梁, 曲げ試験, 相似

Table 2 コンクリートの配合および圧縮強度
Specified mix proportion and compressive strength of concrete

d_{max} (mm)	W/C (%)	配合 (kg/m ³)					σ_7 (N/mm ²)
		W	C	S	G	A	
20	64	168	263	863	987	1.59	23.4

Table 3 モルタルの配合および圧縮強度
Specified mix proportion and compressive strength of mortar

d_{max} (mm)	W/C (%)	配合 (kg/m ³)					σ_7 (N/mm ²)
		W	C	S	G	A	
2.5	65	340	524	1310	-	1.31	32.3

S および T 試験体は、各 3 体を単調荷重試験とし、残りの 3 体を繰り返し荷重試験とした。

3. 結果および考察

Fig. 2 に原型試験体および縮小試験体の曲げ試験結果を相似則を用いて 1/1 スケールに換算した荷重-変位関係を示す。S1 および T1 試験体は変位 20 mm 程度の領域において原型試験体 F1 の荷重-変位関係と良く一致する。また、S2 および T2 試験体は降伏荷重が原型試験体 F2 を下回ることを除けば、変位 30 mm 程度の領域において原型試験体の荷重-変位関係と良く一致する。一方、S3 および T3 試験体では、弾性領域から降伏までの挙動は一致するものの降伏後の挙動は荷重、変位ともに原型試験体 F3 よりも大きく、原型試験体の挙動と大きく相違している。以上の結果から、鉄筋比が 1.2% 程度までの試験体においては縮小試験体の挙動は原型試験体の挙動をある程度再現できるが、鉄筋比が 2.1% 程度の試験体においては原型試験体より荷重、変位ともに大きくなり、挙動が再現できない可能性が示される。

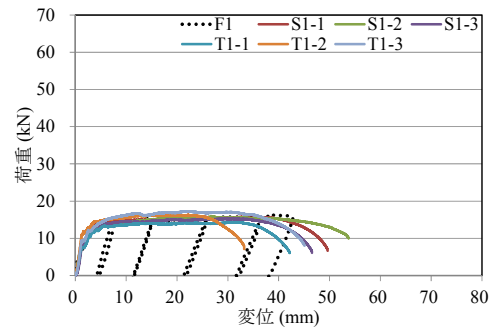
試験体に発生したひび割れについては、縮小試験体は、a) 原型試験体と比較してひび割れ本数が少ない、b) 原型試験体と同様に鉄筋比が大きな試験体ほどひび割れ本数は増加する、c) 縮尺 1/7 縮小試験体と縮尺 1/10 縮小試験体とではひび割れ発生状況に差が見られない、などの特徴が観察された。a) の縮小試験体のひび割れ本数が少ない原因としては、縮小鉄筋と実鉄筋の付着性状の相違がひび割れ分散性に影響を及ぼしていると考えられる。

4. まとめ

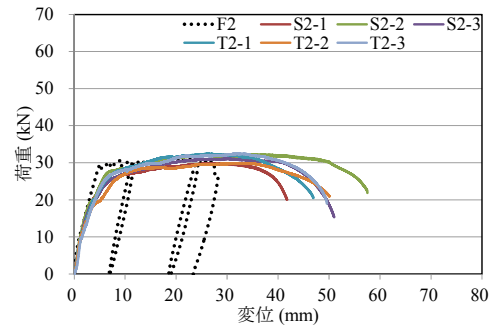
鉄筋比が 1.2% 程度までは縮小試験体と原

Table 4 縮小鉄筋の仕様
Properties of miniature reinforcing bar

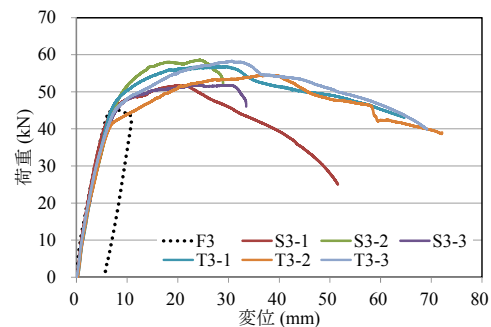
呼び名	単位質量 (kg/m)	直径 (mm)	断面積 (mm ²)	長さ (mm)
mD22	0.0060	0.98	0.759	200
mD32	0.0121	1.40	1.541	200
mD41	0.0220	1.89	2.796	200



(a) F1, S1 および T1 シリーズ



(b) F2, S2 および T2 シリーズ



(c) F3, S3 および T3 シリーズ

Fig. 2 縮尺 1/1 に換算された荷重-変位関係
Equivalent load-displacement behavior with full scale beams

型試験体の荷重-変位関係が良く一致する領域が存在するが、高鉄筋比では降伏後の挙動が大きく相違することが確認された。今後は、高鉄筋比において挙動が異なる原因を明らかにし、縮小試験体の適用範囲について検証する。

参考文献 1) 村山ほか (1982) : 試作 D3 鉄筋を用いた縮小部材実験, コンクリート工学年次講演会講演論文集, Vol. 4, pp. 277-280.