

高強度人工軽量骨材コンクリートを用いた構造部材の耐震性能に関する研究

多段配筋を有する T 形ばりの靱性 - その 1 -

正会員○金久保利之^{*2} 同 藤沢 正視^{*3} 同 折原 信吾^{*2}同 広沢 雅也^{*4} 同 園部 泰寿^{*1}

1. はじめに

最近のウォーターフロント開発プロジェクトや建築物の高層化に伴い、コンクリート系建物の軽量化が要求されている。こうした中で、より高強度の人工軽量コンクリートの使用が可能になれば、軽量化に伴う構造上の利点を十分に活用できると思われる。RC ばりの靱性については主筋比の高いはりの付着割裂破壊が問題視され、特に二段配筋ばりの検討が望まれている。そこで、本研究は設計規準強度が 360 kgf/cm^2 の高強度軽量コンクリート 1 種を用いた高配筋のはり部材に焦点を当て、せん断補強量と配筋方法を主な変動因子として、はりの付着割裂破壊と変形性能について検討を行った。本報(その 1)では実験概要および実験結果を、(その 2)では靱性能と付着割裂強度の検討について述べる。

表-1 試験体一覧

試験体名	b×D(d) (cm)	Pt (%)	主筋	Pw (%)	筋筋	エクスト 種類	共通事項
No. 1	17.5 ×27.0 (24.1)	1.35	一段 6-D10 二段 2-D10	0.56	3-D5 ⑥60	軽量	・M/QD=2.0 ・スラブ厚 t=5cm ・スラブ片側 50cm ・スラブ筋 16-D4(ダブル) ・スラブ配筋 D4①135 (ダブル)
No. 2				0.75	3-D5 ⑥45		
No. 3				1.37	3-D6 ⑥40		
No. 4				0.43	3-D4 ⑥50	普通	
No. 5				0.56	3-D5 ⑥60		
No. 6				0.75	3-D5 ⑥45		
No. 7	17.5 ×27.0 (23.8)	1.37	一段 5-D10 二段 3-D10	0.56	3-D5 ⑥60	軽量	
No. 8	17.5 ×27.0 (23.5)	1.39	一段 4-D10 二段 4-D10	0.56	3-D5 ⑥60		

2. 実験概要

試験体は 8 体でその諸元を表-1に、配筋例を図-1に示す。試験体は20階程度の建物の中下層階のはりを想定した 1/3縮小モデルの T 形ばりとし、主筋の配筋方法と筋筋量を主なパラメータとした。断面は $b \times D = 17.5 \times 27.0 \text{ cm}$ 、スラブ幅ははり片側 50cm (実大で 1.5m)、スラブ厚は 5cm、せん断スパン比 2.0 である。主筋は全試験体共 8-D10 であるが、表-1に示すように各試験体で一段目と二段目の配筋量を変えている。No. 1～No. 3、No. 7、No. 8 には軽量コンクリートを、No. 4～No. 6 には普通コンクリートを用いた。使用材料の機械的性質を表-2および表-3に示す。軽量コンクリートの粗骨材には最大径 10mm の人工軽量骨材を、普通コンクリートの粗骨材には 6号碎石を用いた。加力は、図-2に示す建研式加力装置を用いて正負繰返し载荷を行った。加力サイクルは No. 7 を除き、部材角 $R = \pm 1/200$ 、 $\pm 1/100$ 、 $\pm 1/50$ 、 $\pm 1/33$ でそれぞれ 2 回、 $\pm 1/20$ で 1 回繰返しした後、最後に $\pm 1/15$ の加力を行った。No. 7 は正側加力のみ $1/100$ の加力の後に $1/33$ の加力を 1 回を行い、その後 $1/50$ および $1/33$ の 2 回目の加力を行った。計測は、はり上下端間の相対たわみ量、軸方向変位および主筋と主な筋筋の歪について行った。

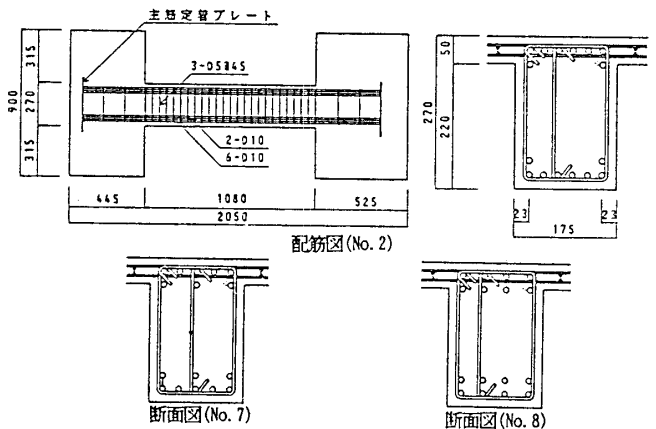


図-1 試験体配筋図

表-2 鋼材の機械的性質

鉄筋 種別	降伏点 (kgf/cm^2)	引張強さ (kgf/cm^2)	備考
D10	3780	5360	主筋
D6	3500	5390	筋筋
D5	3860	4330	"
D4	3460	4600	"
D3	3070	4210	"
D4	2730	4540	スラブ筋

表-3 コンクリートの機械的性質

コンクリート種別	圧縮強度 (kgf/cm^2)	割裂強度 (kgf/cm^2)
軽量コンクリート No. 1～No. 3	376	30.7
軽量コンクリート No. 7, No. 8	359	33.6
普通コンクリート No. 4～No. 6	346	30.5

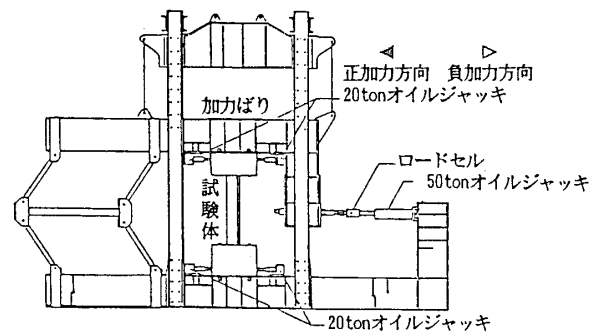


図-2 加力装置図

Study on Seismic Performance of High-Strength Light-Weight Concrete

Structural Members

The Ductility of T-Beam with Double Layer Reinforcing -Part 1-

2955

KANAKUBO Toshiyuki et al.

3. 実験結果の概要

3.1 諸強度の実験値と計算値

実験で得られた降伏強度、最大強度と諸強度の計算値を表-4に示す。ここで、付着割裂強度を求めるにあたり、割裂係数 b_i を求める際の主筋本数には一段目の本数を、 n には全本数を用いた。表よりスラブ幅を実大で片側1.0m有効としたときの曲げ強度計算値に対して、降伏強度の実験値は平均して21%程度上回っており、主筋の配筋方法やコンクリートの違いによる差は特にみられなかった。しかし、最大荷重の計算値に対する比は軽量コンクリート試験体の方が普通コンクリート試験体より5%程度低かった。なお、付着割裂強度の検討については(その2)で行う。

3.2 破壊経過と履歴特性

各試験体の荷重変形曲線を図-3に、包絡線の一列を図-4に、最終ひびわれ図の一列を図-5に示す。各試験体とも $R=1/200$ で主筋が降伏し、No. 3、No. 6、No. 8を除く試験体では、 $R=1/100$ においてスラブとはりの境界面に付着ひびわれが発生した。その後、No. 1とNo. 4は付着ひびわれが拡大して境界面のかぶりコンクリートが剥離し耐力低下を起こした。No. 3試験体は $R=1/33$ で端部から2D付近までのせん断ひびわれが拡大し著しく耐力低下した。筋筋量の多いNo. 3、No. 6は最後まで顕著な耐力低下はなく安定した履歴を示し、最終的には端部のコンクリートが圧壊した。コンクリート種類のみが異なるNo. 1とNo. 5、No. 2とNo. 6を比較すると、 $R=1/20$ から包絡線に差がみられ、軽量コンクリート試験体の方が大変形での靱性能が劣る傾向がみられる。また、No. 7、No. 8はNo. 1と筋筋量が等しく、主筋のあきを大きくした試験体であるが、No. 1が付着割裂破壊を起こしたのに対して、No. 7、No. 8は付着ひびわれが拡大または発生することなく、最終的には端部のコンクリートが圧壊して耐力低下した。

4. まとめ

- 1) 高強度の軽量コンクリートを用いた試験体においても、筋筋量の増加による靱性能の向上が期待できる。しかし、同程度の筋筋量を有する普通コンクリート試験体と比較すると、軽量コンクリート試験体は大変形での靱性能が劣る傾向がみられる。
- 2) 主筋の配筋方法を変え、主筋のあきを大きくすることによって付着割裂破壊を防止することができる。

表-4 実験結果の一覧

試験体名	降伏荷重 eQy (tonf)	最大荷重 eQmax (tonf)	曲げ強度 cQmu (tonf)	せん断強度 cQsu (tonf)	cQsu cQmu	付着強度 c τ b (kgf/cm ²)	平均付着 応力度 c τ u (kgf/cm ²)	c τ b c τ u	eQy cQmu	eQmax cQmu	破壊形式
No. 1	11.11	11.55	9.48	10.76	1.14	25.62	22.17	1.18	1.17	1.22	F→BOu
No. 2	11.43	11.63	9.48	11.55	1.22	27.60	22.17	1.25	1.21	1.23	F→ST
No. 3	11.31	11.98	9.48	13.24	1.40	34.17	22.17	1.54	1.19	1.26	F→SC
No. 4	11.44	12.00	9.48	9.61	1.01	23.29	22.17	1.05	1.21	1.27	F→BOu
No. 5	11.59	12.33	9.48	10.46	1.10	24.58	22.17	1.11	1.22	1.30	F→SC
No. 6	11.33	12.24	9.48	11.24	1.19	26.48	22.17	1.19	1.19	1.29	F→SC
No. 7	11.23	12.20	9.36	10.41	1.11	28.43	22.17	1.28	1.20	1.30	F→SC
No. 8	11.37	11.76	9.25	10.23	1.11	33.52	22.17	1.51	1.23	1.27	F→SC

注) 降伏荷重、最大荷重は正加力時に得られた値。

cQmu: HFW指針式 $(\sum (0.9at \cdot \sigma_y \cdot d) / l_a)$ (実大で1.0mのスラブ筋を有効)

cQsu: HFW指針式 $(\{0.053Pte^{0.23}(\sigma_g + 180) / (W/Qd + 0.12) + 2.7 \sqrt{Pwe \cdot \sigma_{wy}} \cdot be \cdot j\})$

c τ b: 森田・藤井式 $(\{0.307bi + 0.427\} \sqrt{\sigma_g + 24.9 \cdot k \cdot Ast / (x \cdot n \cdot db)} \sqrt{\sigma_g})$ (文献1)

c τ u: $(2.0 \sum at \cdot \sigma_y / ((L-D) \cdot \sum \psi))$

破壊形式 F: 曲げ降伏 SC: 端部でのせん断圧縮破壊 ST: せん断引張破壊

BOu: スラブと梁の境界面での付着割裂破壊

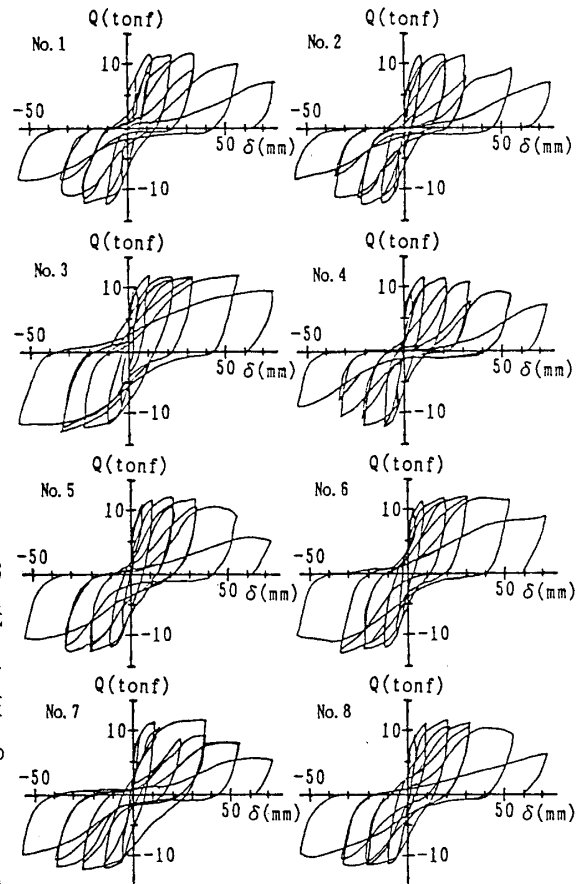


図-3 荷重変形曲線

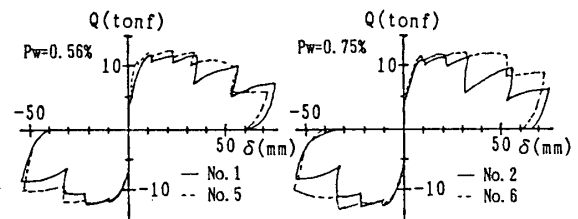


図-4 包絡線

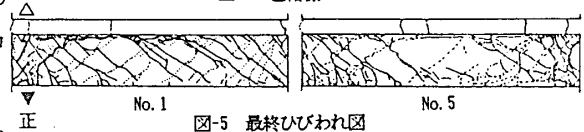


図-5 最終ひびわれ図