

薄肉RC部材の鉄筋有効高さ変化による力学的挙動

秋田大学工学資源学部 学生会員 ○越智 康博
 ランデス株式会社 正会員 松岡 智
 秋田大学大学院 学生会員 横濱 芳
 秋田大学工学資源学部 フェロー 川上 洵

1. はじめに

現在、プレキャストコンクリート製品は JIS およびコンクリート標準示方書の改定により性能照査型設計に移行段階にある。しかし、土木学会コンクリート標準示方書 2007 年版(以後、示方書という)の曲げひび割れ強度式には断面厚 200mm 以上という適用範囲があり、ほとんどのプレキャストコンクリート製品が適用範囲外となるという問題がある。そこで、本研究では薄肉鉄筋コンクリート部材の性能照査方法の検討を目的とし、鉄筋位置を変化させた薄肉鉄筋コンクリート梁と無筋コンクリート梁を製作し、曲げ載荷試験結果に基づき設計の視点から曲げひび割れ耐力および終局耐力を考察した。

2. 試験概要

2. 1 試験項目

試験項目および供試体または梁試験体の寸法を表 1 に、曲げ載荷試験の載荷条件および梁試験体図を図 1 に示す。曲げ載荷試験では、荷重、中央点の変位、等曲げ区間のコンクリートの圧縮縁および引張縁ひずみ、鉄筋のひずみを測定した。

2. 2 使用材料および配合

普通ポルトランドセメント(C:密度 3.15g/cm³)、高炉スラグ微粉末(GGBS:密度 2.92g/cm³)、高炉スラグ細砂(BFS:密度 2.75g/cm³)、砕石 2010(G2010:密度 2.61g/cm³)、砕石 1505(G1505:密度 2.61g/cm³)、高性能減水剤 (AD)を使用した。配合を表 2 に示す。鉄筋の種類は全て SD295A であるが、実際の降伏強度は D13 に対し 365 N/mm²、D16 に対し 375 N/mm² である。

3. 試験結果および考察

3. 1 強度試験

圧縮強度試験および曲げ強度試験により、圧縮強度は 69.8N/mm²、曲げ強度 6.64N/mm² であった。

3. 2 曲げひび割れ耐力

曲げひび割れ発生荷重の試験値および推定値を表 3 に示す。曲げひび割れ荷重の計算は、示方書の曲げひび割れ強度式から導かれた値と角柱供試体の曲げ強度試験から得た値を用いた。表 3 の推定値/試験値の値をみると、曲げ強度試験値を採用した推定値

表 1 試験項目および試験体寸法

試験項目	試験方法	試験体寸法(mm)(d:有効高さ)	試験体No.
圧縮強度試験	JIS A 1108	φ100×200	
曲げ強度試験	JIS A 1106	100×100×400	
曲げ載荷試験	無筋	100×150×1100	b1-1、2
	鉄筋圧縮側配置	100×150×1100(D13/d=35)	b2
	鉄筋中央配置	100×150×1100(D13/d=50)	b3-1
	鉄筋引張側配置	100×150×1100(D16/d=50)	b3-2
		100×150×1100(D13/d=65)	b4

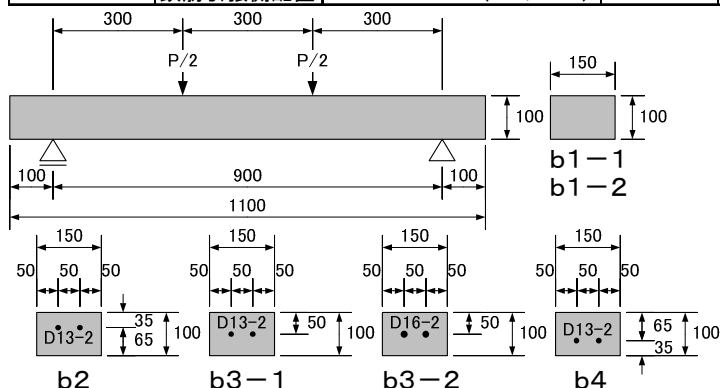


図 1 載荷条件および梁試験体図

表 2 配合表

G.max (mm)	Slump flow (mm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	Unit weight(kg/cm ³)						
					W	C	GGBS	S	G		AD
									2010	1505	
20	650	2.5	26.2	50.0	160	244	367	842	559	240	6.5

表 3 曲げひび割れ発生荷重

試験体 No.	試験値 (kN)	推定値(kN)		推定値/試験値	
		曲げ強度試験	示方書	曲げ強度試験	示方書
b1-1	10.4	11.1	9.0	1.06	0.87
b1-2	10.1	11.1	9.0	1.10	0.89
b2	10.3	11.0	9.0	1.07	0.87
b3-1	10.0	11.1	9.0	1.11	0.90
b3-2	10.0	11.1	9.0	1.11	0.90
b4	11.0	11.6	9.4	1.06	0.86

キーワード：限界状態設計法 曲げひび割れ 曲げ破壊 薄肉部材

〒 101-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学工学資源学部土木環境工学科

は 1.1 程度となり試験値より推定値の方が 10 % 程度大きな値を示し、示方書による推定値では、10 % 以上小さな値であった。曲げ強度試験値を採用した推定値は有筋、無筋に関係なく総じて試験値より 10 % 程度大きな値を示しているが、断面幅の寸法や載荷スパンが影響したと考えられる。

載荷試験の圧縮縁および引張縁の荷重-ひずみ曲線を図 2 に示す。全ての梁試験体において、ひび割れが発生するまではコンクリート表面の圧縮縁と引張縁のひずみは比例的に増加し、150 μ 程度でひび割れが発生していると思われる。

ひび割れ発生直後までの荷重-変位曲線を図 3 に示す。b 4 はひび割れ発生後も変位は増加していくが、その他の RC 梁試験体はひび割れ発生直後に急激に変位が増加し荷重が一度小さくなり、再度荷重が増加する。これは、ひび割れ発生後に鉄筋が引張に対し抵抗を始める中立軸深さになるまでひび割れが進展したためである。特に b 2 では、圧縮側に鉄筋を配置したため、鉄筋が抵抗を始めるまでに変位が 3 倍程度に大きくなったと考える。

3. 3 終局耐力

破壊荷重の試験値および推定値を表 4 に示す。破壊荷重の計算には示方書のコンクリートの応力-ひずみ曲線を用いた。推定値は総じて実験値よりも 5 % 程度小さな値を示した。無筋である b 1-1、1-2 はひび割れの発生直後に破壊した。RC 梁試験体はひび割れ発生後、荷重増大と共にひび割れが進展し、最終的に b 4 は鉄筋降伏後に圧縮破壊せず荷重が抜け、その他の RC 梁試験体は圧縮破壊となった。

図 4 の荷重-変位曲線について、b 4 はひび割れ発生後の変位が最小であったが、荷重 35kN 付近を超えると b 3-2 よりも変位が大きくなった。図 5 の荷重-圧縮縁ひずみ曲線をでも同じ現象が見て取れる。図 6 の荷重-鉄筋ひずみ曲線をみると、35kN で b 4 の鉄筋が降伏していることが分かる。これらのことから b 3-2 より b 4 の方が、鉄筋が早く降伏したため b 4 で変位が増大し、剛性が逆転したと考えられる。また、示方書によるとコンクリートの圧縮限界ひずみは 2800 μ であったが、図 5 から 3500 μ 以上のひずみで破壊したことが分かる。

4. まとめ

- (1) 示方書の曲げひび割れ強度式によるひび割れ発生荷重の推定値は、試験値に比べ、10 % 以上安全側の値となった。
- (2) 曲げ強度試験値を採用したひび割れ発生荷重の推定値は、試験値に比べ、10 % 程度危険側に見積もる結果となった。
- (3) RC 梁でも鉄筋の配置により、ひび割れ発生後、無鉄筋に近い挙動を示し急激に変位が増加した。
- (4) 示方書のコンクリートの応力-ひずみ曲線を用いて導いた破壊荷重の推定値は、試験値に比べ 5 % 程度安全側の値となった。RC 梁の終局耐力の算出は RC 理論による示方書の方法が適用できると思われる。
- (5) 終局耐力では鉄筋量が大きく影響を及ぼし、有効高さが小さくても鉄筋量により破壊荷重が増大した。

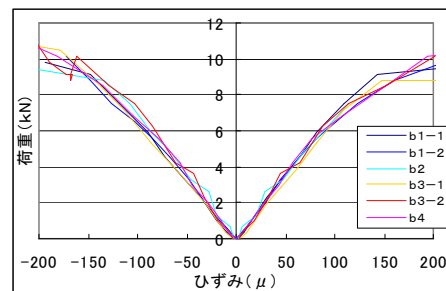


図 2 荷重-ひずみ曲線

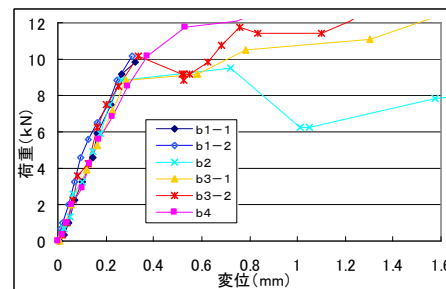


図 3 荷重-変位曲線

表 4 破壊荷重

断面	試験値(kN)	推定値(kN)
b2	18.2	17.9
b3-1	29.5	27.3
b3-2	41.7	40.3
b4	40.4	36.5

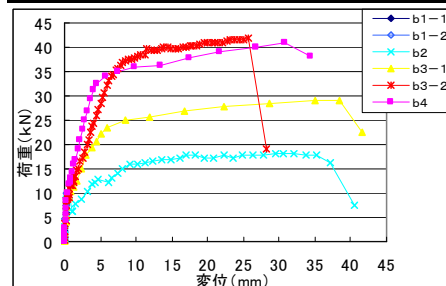


図 4 荷重-変位曲線

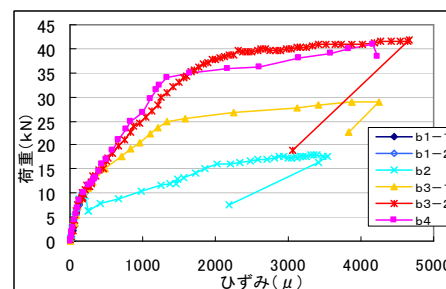


図 5 荷重-圧縮縁ひずみ曲線

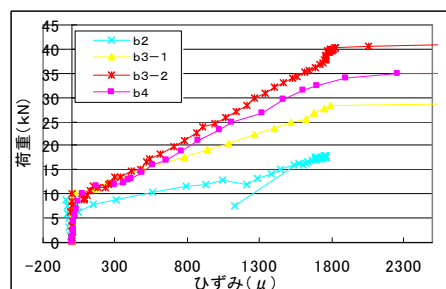


図 6 荷重-鉄筋ひずみ曲線