

V-300

鉄筋コンクリートI形はりの曲げ載荷時の挙動

横浜国立大学 正員 池田 尚治 横浜国立大学 正員 山口 隆裕
横浜国立大学 正員○森下 豊 横浜国立大学 正員 安室 吉弥

1. はじめに

18体の鉄筋コンクリートI形はり供試体を載荷実験する機会を得たので、曲げ耐力等のばらつきの程度、載荷点数の影響、等に関して実験結果をとりまとめ、ここに報告する。

2. 実験方法

実験に用いたはり供試体の形状寸法及び載荷方法を図-1に示す。使用した軸方向鉄筋は、SD30A D10、降伏点が約3700kgf/cm²であり、コンクリートは標準供試体の圧縮強度の平均値が339kgf/cm²であった。鉄筋比として、引張鉄筋量をフランジ幅と有効桁高とで除した値とすると0.313%であって、相当に低鉄筋状態である。載荷にはアムスラー型の試験機を用い、支点には、拘束を完全に除去できるローラー支承を用いた。計測は支間中央および載荷点での鉛直変位をX・Yレコーダーによって記録した。載荷に際しては、X・Yレコーダーの記録から支間中央の荷重-変位曲線の最初のピーク値を降伏荷重とし、このときのたわみを降伏変位とした。以後の載荷はこの降伏変位の整数倍を基準に単調に変位を増大させた。供試体が相当に低鉄筋であるため、せん断破壊したものを除いて塑性変形量が極めて大きいので、載荷は供試体の耐力が低下する前に打ち切った。

3. 実験結果と考察

表-1にコンクリートおよび鉄筋の強度の試験結果を示す。いずれも、これらのばらつきの程度から考えればはり供試体の耐力に影響を及ぼす因子としては鉄筋の降伏点強度のばらつきと鉄筋の配置高さのばらつきに限定してもよいものと思われる。寸法についてはフランジ幅、けた高のばらつきの幅が最大2mmで、変動係数は0.2%程度であり、ほぼ所定の寸法であるものと考えられる。

表-2に18体のI形はりの曲げ載荷の実験結果の一覧を示す。せん断支間有効けた高比 a/d が2.1で2点載荷による6体の供試体（No. 13～No. 18）は同一の試験条件での曲げ挙動のばらつきを求めた実験結果であるが、降伏荷重については変動係数が2.2%、5 δ 変位時の荷重（ δ は降伏変位）の変動係数は1.2%であり、いずれもばらつきは極めて小さいものと言える。はり供試体の降伏荷重が必ずしも引張鉄筋の降伏点と合致する訳ではないが、はり供試体の降伏荷重のばらつきは鉄筋の降伏点のばらつきより小さい。これは鉄筋が複数本配置されているからであり、これらを考慮して、鉄筋の降伏点の変動係数を $1/\sqrt{5}$ （ここで5は鉄筋の本数）した値は1.8%であり、降伏荷重や5 δ 時の荷重のばらつきと比較的一致している。このことから、はりの降伏荷重等の変動係数は鉄筋の降伏点強度の変動係数を鉄筋本数の平方根で除した値として、大略推定できるも

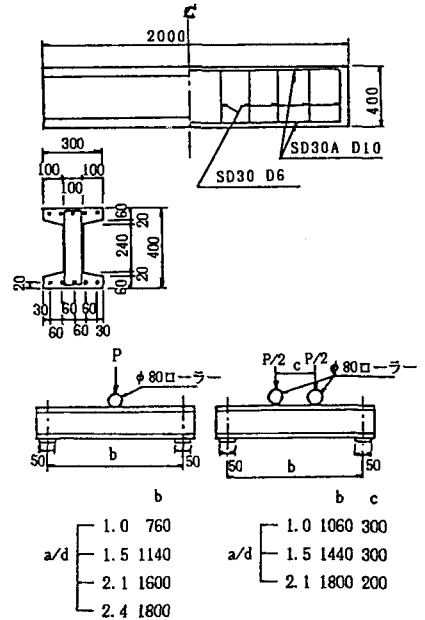


図-1 形状寸法および載荷方法

表-1 コンクリートおよび鉄筋の強度の試験結果

	標準養生 円柱供試体	現場養生 円柱供試体	鉄筋引張試験 (降伏点)
平均値 (kgf/cm ²)	339	306	3745
標準偏差 (kgf/cm ²)	29.74	33.93	152.34
変動係数 (%)	8.8	11.1	4.1
サンプル数	45	39	8

※現場養生の試験日は、載荷時と異なる。

のと思われる。

せん断支間有効けた高比 a/d を1.0、1.5、2.1と3段階変化させて2点載荷した結果では、供試体No. 10を除いてすべて曲げ降伏し、そのときの降伏曲げモーメントはほぼ同じ値となり、これらの変動係数は2.2%であった。また、5 δ 変位時の曲げモーメントも同様にほぼ同じであり、変動係数は1.3%であった。一方、1点載荷の場合、降伏曲げモーメントは a/d が大きいほど増加する結果となった。これは a/d が大きいほど1点載荷による算定上の耐力上昇が明確に現れ、 a/d が小さいほど斜めひび割れの発生で差が出にくくなるものと思われる。 $a/d = 2.1$ の場合、1点載荷による降伏耐力は2点載荷の場合より5.5%増

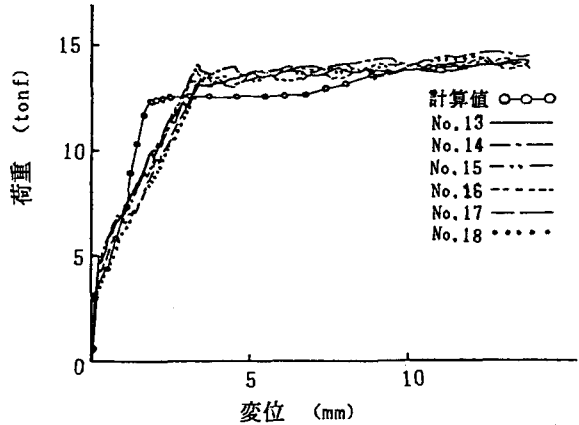


図-2 荷重-変位曲線

加しており、5 δ 変位時の耐力も3.5%増加している。なお、5 δ 変位時の耐力については、1点載荷における a/d の影響が顕著に見られない。降伏変位のばらつきについては表-2に示すように $a/d = 2.1$ の場合、変動係数が5.1%で降伏荷重のばらつきより若干大きい。これは、曲げひび割れ、斜めひび割れの発生のばらつきや計測方法の誤差、等が含まれるからだと思われる。しかしながら、図-2に示すように6体の荷重-変位曲線はほぼ一致しており、慎重に実験を行うなら鉄筋コンクリートはり供試体による実験値の信頼性は極めて高いことを示すものと思われる。なお、図中の計算値は、鉄筋の平均降伏点強度を用いた通常のファイバーモデルによる計算結果であり、計算上の降伏荷重は12.26tであって、6体の実験値の平均値は計算値の、1.12倍となっている。この相違の原因は、供試体が低鉄筋であるからと考えられる。⁽¹⁾

表-2 実験結果一覧表

供試体番号	載荷方法	a/d	降伏荷重 (tonf)	平均降伏荷重 (tonf)	降伏時の曲げモーメント (tonf-m)	降伏変位 (mm)	平均降伏変位 (mm)	5 δ y時の荷重 (tonf)	5 δ y時の平均荷重 (tonf)	5 δ y時のモーメント (tonf-m)
1	1点載荷	1.0	28.90	28.78	5.47	1.33	1.30	32.00	32.20	6.12
2	"	"	29.65			1.26		32.40		
3	"	1.5	19.80	19.75	5.63	2.00	2.07	21.40	21.40	6.10
4	"	"	19.69			2.13		21.40		
5	"	2.1	14.50	14.51	5.80	3.26	3.30	15.40	15.20	6.08
6	"	"	14.51			3.33		15.00		
7	"	2.4	13.58	13.19	5.94	3.66	3.56	14.80	14.25	6.41
8	"	"	12.80			3.46		13.70		
9	2点載荷	1.0	27.80	27.80	5.28	2.20	2.20	30.20	30.20	5.74
10	"	"	23.50			2.00		—		
11	"	1.5	19.41	19.40	5.53	2.60	2.63	20.70	20.70	5.90
12	"	"	19.38			2.66		—		
13	"	2.1	13.99	13.76	5.50	3.40	3.43	14.70	14.67	5.87
14	"	"	14.19			3.47		14.60		
15	"	"	13.50	変動係数 2.2%		3.13	変動係数 5.1%	14.40	変動係数 1.2%	
16	"	"	13.98			3.40		14.80		
17	"	"	13.80			3.60		14.60		
18	"	"	13.70			3.60		14.90		

* No. 10 はせん断破壊したので除外した。

4. 結論

(1) 通常の状態で作製した鉄筋コンクリートI形はり供試体を同じ状態で複数載荷実験した結果、耐力および変形のばらつきは極めて小さいことが確認された。(2) 1点載荷の場合2点載荷に比して曲げ耐力は、5%程度まで大きくなることが示された。(3) 2点載荷では a/d が1.5以上でかつせん断破壊しなければ a/d に無関係にほぼ同じ曲げ耐力が得られることが示された。

【参考文献】(1)池田、山口、後藤、引張鉄筋の局部ひずみを考慮した鉄筋コンクリートはりの耐荷挙動、

土木学会、第43回年講（第5部門）、1988.10